

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Ingeniería Eléctrica



**JUSTIFICACIÓN, DISEÑO Y CÁLCULOS
ASOCIADOS A LA INSTALACIÓN DE COMPLEJO
FORMADO POR PISCINA CUBIERTA Y
CONJUNTO BALNEARIO-SPA**

ALUMNO: Alejandro Moreno Ferrer

Diciembre 2011

TUTOR: Iván Lozano Álvarez



**Justificación, diseño y cálculos asociados a la instalación
de complejo formado por piscina cubierta y conjunto
balneario-Spa.**



Alejandro Moreno Ferrer
Ingeniería Industrial

A mi Familia



INTRODUCCIÓN Y ESTRUCTURA DEL PROYECTO

La elección de un Proyecto Final de Carrera sobre instalaciones eléctricas se basa en la comprensión y asimilación del desarrollo y ejecución de los proyectos comerciales más comunes orientados a ofrecer un servicio a las personas que posteriormente van a disfrutar de estas instalaciones.

De una manera u otra, en la vida laboral postuniversitaria, un ingeniero estará en contacto más o menos directo con proyectos de este tipo, y es por ello el interés en que el Proyecto Final de Carrera se centre en este ámbito.

Dentro de los proyectos de instalaciones en la edificación, éste puede tratarse del caso con más peculiaridades ya que se trata de un local catalogado de pública concurrencia y húmedo.

Este proyecto se ha estructurado de una forma lo mas similar posible a lo que se puede encontrar en el mercado extraacadémico, puesto que lo incluido en este proyecto final de carrera, suponen dos proyectos que habría que estudiar, proyectar, visar y ejecutar de manera independiente.

El primero de esos proyectos sería el dedicado a las instalaciones de baja tensión del balneario, a partir del centro de transformación, y un segundo proyecto que definiría las instalaciones de media tensión necesarias para alimentar este edificio, las cuales comprenden desde el centro de seccionamiento hasta el centro de transformación.

Por esto, el Proyecto Final de Carrera está estructurado en dos grandes bloques, el de Baja y el de Media tensión, y dentro de ellos se encuentran los apartados que existirían si se realizaran de forma independiente, memoria, cálculos, seguridad y salud y pliego de condiciones técnicas. Finalmente, se desarrolla un presupuesto global y se adjuntan los planos y anexos correspondientes a ambas partes.



ÍNDICE

1. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.....	1
1.1. Memoria	1
1.1.1. Introducción.....	1
a) Objeto del proyecto.....	1
b) Normativa y reglamentación.....	1
c) Descripción de la instalación	2
d) Clasificación del local.....	2
1.1.2. <i>Potencia General prevista en el edificio.</i>	3
1.1.3. <i>Derivación individual a cuadro eléctrico general de distribución.</i>	3
1.1.4. <i>Interruptor general automático (I.G.A.).</i>	4
1.1.5. <i>Equipos de medida.</i>	4
1.1.6. <i>Cuadro General de Distribución.</i>	4
1.1.7. <i>Grupo electrógeno.</i>	7
1.1.8. <i>Batería de Condensadores.</i>	7
1.1.9. <i>Distribución de Alumbrado y Fuerza.</i>	8
a) Líneas generales.....	8
b) Cuadros secundarios.	8
c) Distribución.	9
d) Aparatos de alumbrado.	10
e) Mecanismos.	10
f) Instalación en Piscina, vestuarios y locales mojados.....	11
1.1.10. <i>Instalación de Puesta a Tierra.</i>	11
1.1.11. <i>Proyecto-Estudio de Iluminación</i>	12
1.2. Cálculos justificativos.	18
1.2.1. <i>Ocupación</i>	18
1.2.2. <i>Potencia instalada</i>	19
1.2.3. <i>Derivación individual a Cuadro General de distribución.</i>	21
1.2.4. <i>Justificación de la sección del conductor.</i>	21
1.2.5. <i>Cálculos eléctricos de las líneas.</i>	23
1.2.5.1. <i>Intensidad de corriente.</i>	23
1.2.5.2. <i>Caídas de tensión.</i>	23
1.2.6. <i>Cálculos de iluminación.</i>	25



1.3.	Seguridad y salud.	29
1.3.1.	Objeto.	29
1.3.2.	Daños de origen eléctrico.	29
1.3.3.	Prevención de accidentes eléctricos.	30
1.3.4.	Actuación ante un accidente:	32
1.4.	Pliego de Condiciones Técnicas.....	34
1.4.1.	Objeto	34
1.4.2.	Responsabilidades del instalador.	34
1.4.3.	Trabajos comprendidos y materiales complementarios.	35
1.4.4.	Condiciones Generales	36
a)	Coordinación del trabajo con otros oficios.	36
b)	Planos de Taller.	37
c)	Inspección de los trabajos.	37
d)	Modificaciones a los planos y especificaciones.....	38
e)	Documentación de equipos.....	38
f)	Calidades.....	38
g)	Conexiones a los aparatos y otras instalaciones.	39
1.4.5.	Montaje de equipos.	39
a)	Baja Tensión	39
b)	Alumbrado Interior	51
c)	Alumbrado de Emergencia.	52
1.4.6.	Ensayos.	53
a)	Ensayos de Fábrica.	53
b)	Ensayos parciales en obra.	53
c)	Ensayos y prueba de materiales.....	53
1.4.7.	Garantías.	54
2.	CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y DE TRANSFORMACIÓN.	55
2.1.	Memoria	55
2.1.1.	Objeto del proyecto.....	55
2.1.2.	Normativa y reglamentación	55
2.1.3.	Características generales del centro de transformación y seccionamiento.	55
2.1.4.	Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.	56
2.1.5.	Descripción de la instalación.	56



2.1.5.1.	<i>Obra civil.....</i>	56
2.1.5.2.	<i>Instalación Eléctrica.</i>	59
2.1.5.3.	<i>Características del material de Alta Tensión.</i>	62
2.1.5.4.	<i>Línea de media tensión entre el centro de seccionamiento y el centro de transformación.</i>	63
2.1.5.5.	<i>Medida de la Energía Eléctrica.</i>	64
2.1.5.6.	<i>Puesta a tierra.</i>	65
2.1.5.7.	<i>Instalaciones Secundarias.</i>	67
2.2.	<i>Cálculos justificativos.</i>	69
2.2.1.	<i>Intensidad de alta tensión.</i>	69
2.2.2.	<i>Intensidad de baja tensión.</i>	70
2.2.3.	<i>Cortocircuitos</i>	71
2.2.3.1.	<i>Observaciones</i>	71
2.2.3.2.	<i>Cálculo de corrientes de cortocircuito.....</i>	71
2.2.4.	<i>Dimensionado del embarrado.</i>	72
2.2.4.1.	<i>Comprobación por Densidad de Corriente.....</i>	73
2.2.4.2.	<i>Comprobación por sollicitación electrodinámica.....</i>	75
2.2.4.3.	<i>Cálculo por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.</i>	78
2.2.4.4.	<i>Frecuencia propia de oscilación del embarrado</i>	79
2.2.5.	<i>Selección de las protecciones de alta y baja tensión.</i>	81
2.2.5.1.	<i>Alta tensión.....</i>	81
2.2.5.2.	<i>Baja tensión.....</i>	81
2.2.6.	<i>Cálculo de la Línea de M.T. de unión entre el centro de seccionamiento de compañía y centro de transformación de abonado.....</i>	81
2.2.6.1.	<i>Intensidad a transportar.....</i>	81
2.2.6.2.	<i>Caídas de tensión.</i>	82
2.2.6.3.	<i>Cálculo de la corriente de cortocircuito.</i>	83
2.2.6.4.	<i>Dimensionado de la ventilación del C.T.</i>	84
2.2.7.	<i>Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.</i>	84
a)	<i>Investigación de las características del suelo.....</i>	85
b)	<i>Diseño preliminar de la instalación de tierra.</i>	85
c)	<i>Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.....</i>	88
d)	<i>Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.</i>	89
e)	<i>Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.....</i>	89



f)	Cálculo de las tensiones aplicadas.....	91
g)	Investigación de las tensiones transferibles al exterior.....	93
2.3.	Pliego de seguridad y salud.....	94
2.3.1.	<i>Objeto</i>	94
2.3.2.	<i>Características generales de la obra</i>	94
a)	Descripción de la obra y situación.....	95
b)	Suministro de energía eléctrica.....	95
c)	Suministro de agua potable.....	95
d)	Servicios higiénicos.....	95
e)	Servidumbre y condicionantes.....	95
2.3.3.	<i>Riesgos laborales evitables completamente</i>	95
2.3.4.	<i>Riesgos laborales no eliminables completamente</i>	96
a)	Toda la obra.....	96
b)	Movimientos de tierra.....	97
c)	Montaje y puesta en tensión.....	98
2.3.5.	<i>Trabajos laborales especiales</i>	99
2.3.6.	<i>Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria</i>	100
2.3.7.	<i>Previsiones para trabajos posteriores</i>	100
2.4.	Pliego de condiciones.....	101
2.4.1.	<i>Calidad de los materiales</i>	101
a)	Obra civil.....	101
b)	Aparamenta de alta tensión.....	101
c)	Transformador.....	106
d)	Equipos de medida.....	106
2.4.2.	<i>Normas de ejecución de las instalaciones</i>	107
2.4.3.	<i>Pruebas reglamentarias</i>	107
2.4.4.	<i>Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad</i>	107
2.4.5.	<i>Certificados y documentación</i>	109
3.	PRESUPUESTO	110
4.	PLANOS	111
5.	ANEXOS	112
6.	BIBLIOGRAFÍA	113



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros para el cálculo de ocupación según el Código Técnico de la Edificación.	18
Tabla 2. Cálculo del grado de ocupación del edificio según R.E.B.T.	19
Tabla 3. Cálculo del grado de ocupación del edificio según C.T.E.	19
Tabla 4. Previsión de potencia para el edificio de piscina cubierta y balneario.	20
Tabla 5. Intensidad admitida y protección utilizada para las diferentes secciones de conductor.	25
Tabla 6. Valores límite para el cumplimiento de la caída de tensión.	25
Tabla 7. Características del local del centro de Seccionamiento.	58
Tabla 8. Características generales eléctricas de las celdas SM6.	59
Tabla 9. Características generales eléctricas de las celdas SM6.	60
Tabla 10. Características generales eléctricas de las celdas SM6.	62
Tabla 11. Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor.	63
Tabla 12. Características del conductor.	64
Tabla 13. Superficie de la reja de ventilación.	67
Tabla 14. Equivalencias entre tensión nominal y del material.	69
Tabla 15. Características del embarrado de RM6.	73
Tabla 16. Características del embarrado de SM6.	73
Tabla 17. Intensidad nominal del fusible de AT.	81
Tabla 18. Tabla resumen de valores del sistema de tierra.	93

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Estudio de Iluminación de un local de Planta Sótano.	15
Imagen 2. Estudio de la zona central de Planta Baja.	16
Imagen 3. Estudio de Iluminación de Gradas y Cafetería.	16
Imagen 4. Estudio de Iluminación de Baño en Planta Alta.	17
Imagen 5. Informe del cálculo de iluminación del local de Planta Baja.	26
Imagen 6. Informe del cálculo de iluminación de las gradas y cafetería.	27
Imagen 7. Informe del cálculo de iluminación de la Planta Baja.	28
Imagen 8. Caseta prefabricada de hormigón tipo ECS-24.	57
Imagen 9. Esquema 2IQ del Centro de Seccionamiento.	60
Imagen 10. Ejemplo de instalación de tierra en C.T. de UNESA.	90
Imagen 11. Resumen de presupuesto	110



1. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

1.1. Memoria

1.1.1. *Introducción*

a) Objeto del proyecto

El presente proyecto (“Instalaciones de Baja Tensión, Centro de transformación y Seccionamiento para piscina Cubierta y Balneario”) tiene por objeto describir las instalaciones eléctricas de B.T. a realizar en la construcción de un edificio de nueva planta destinado a piscinas cubiertas y balneario en la C/Agueda, 4 de Collado Villalba, Madrid. De acuerdo con la ITC-BT-28 del REBT este edificio está considerado como local de pública concurrencia.

El edificio consta de tres niveles en altura distribuyéndose de la siguiente manera.

- Planta Sótano: Esta planta está dedicada para la ubicación de cuartos de calderas y maquinaria necesaria para el correcto funcionamiento del edificio.
- Planta Baja: Es la planta donde se desarrollará la mayor parte de la actividad de trabajadores y usuarios, en ella estarán las piscinas, balneario, gimnasio, vestuarios...
- Planta Alta: Última planta en altura donde se construirán gradas para espectadores, una cafetería y aseos.

b) Normativa y reglamentación.

Para el diseño de las instalaciones contenidas en este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (en adelante REBT) e Instrucciones Técnicas Complementarias, del Ministerio de Industria RD nº 842/2002. (En especial Instrucción ITC-BT-28 para instalaciones en locales de pública concurrencia ITC-BT-30 para instalaciones en locales de características especiales e ITC-BT-31 para instalaciones con fines especiales, piscinas y fuentes).
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene, del Ministerio de Trabajo.
- Normativa UNE de obligado cumplimiento en los conceptos que se consideren.
- Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE).



c) Descripción de la instalación

Este proyecto comprende las siguientes instalaciones:

- Derivación individual al Cuadro General.
- Cuadro General.
- Grupo electrógeno.
- Batería de Condensadores.
- Cuadros secundarios.
- Distribución de alumbrado y fuerza.
- Aparatos de alumbrado.
- Instalación de luminarias de alumbrado de emergencia.
- Instalación de puesta a tierra.

La instalación en Baja Tensión se inicia a la salida del centro de transformación situado en la planta Baja tal y como se muestra en el plano de situación del Centro de transformación PBTS_17_01.Situación CT.

La instalación se compone de dos redes, una normal, Red Normal, que da servicio en condiciones normales de funcionamiento desde el centro de transformación, y otra adicional, Red Grupo, que alimentará los servicios de seguridad necesario tal y como exige la ITC-BT-28 (INSTALACIONES EN LOCALES DE PUBLICA CONCURRENCIA) . De acuerdo con la ITC-BT 28, este edificio deberá disponer de un suministro de reserva que deberá corresponderse con una potencia receptora mínima del 25% del total contratado para el suministro normal, con el fin de alimentar los servicios de seguridad. El detalle de este cálculo se muestra en el apartado 2.2 Cálculos Justificativos.

d) Clasificación del local

De acuerdo con la ITC-BT-28 (INSTALACIONES EN LOCALES DE PUBLICA CONCURRENCIA) del actual REBT, el local objeto de este proyecto se clasifica en el grupo de “Locales de espectáculos y actividades recreativas” (Pabellones deportivos), por lo que es considerado como “Local de pública concurrencia”, siéndole de aplicación la reglamentación vigente a tal efecto.

Una de las características que pueden calificar un edificio o estancia como “local de pública concurrencia” es el grado de ocupación de dicho espacio.

La ocupación prevista más restrictiva será la resultante de realizar el cálculo según Código Técnico de la Edificación (CTE), que resulta ser de 7.690 personas, estos cálculos se pueden consultar en el apartado de cálculos del presente proyecto.



Al tener el edificio una ocupación teórica de más de 100 personas queda clasificado como local de pública concurrencia tal y como se contempla en la norma indicada.

1.1.2. Potencia General prevista en el edificio.

La potencia general prevista para el edificio es de 376,15 kW. La justificación de este valor se encuentra en el apartado 2.2. Cálculos Justificativos. El grupo electrógeno proyectado para satisfacer el suministro eléctrico en caso de emergencia es de 100 kVA.

Todos los cálculos y previsiones que se han tenido en cuenta se muestran en el apartado citado, los planos eléctricos y el archivo adjunto bajo el nombre 2.Previsión de Potencia.xls.

1.1.3. Derivación individual a cuadro eléctrico general de distribución.

Como se ha expuesto en la descripción de la instalación, la alimentación en Baja Tensión se realiza desde el centro de transformación situado en la Planta Baja del edificio, en un local específico para tal efecto.

Las características de esta derivación deberán cumplir con lo establecido en la instrucción ITC-BT-15 “Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales”. Por lo que estará constituida de la siguiente manera:

- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Los canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores en un 100 %.
- La línea se realizarán con elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1,

El cable que será utilizado en esta instalación será de cobre tipo RZ1-K 0,6/1kV de aislamiento y libre de halógenos, no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida según normas UNE 21.123 ó 21.1002 conducido por bandeja de PVC tipo M1.

La sección de los conductores de esta línea es de:

- 2 x 240 mm² para los conductores de fase.
- 1 x 240 mm² para el conductor neutro.



1.1.4. Interruptor general automático (I.G.A.).

El Interruptor general automático instalado es de 4 X 720 A, lo cual implica que la máxima potencia admisible es de 498,8 kW tal y como lo indican los cálculos del apartado correspondiente de 2.2.Cálculos justificativos.

1.1.5. Equipos de medida.

La medida de la energía eléctrica se efectuará en Alta Tensión y el equipo de medida, contadores, transformadores de medida y elementos asociados se encontrarán situados en el Centro de Transformación y las características de sus elementos serán los establecidos en su apartado correspondiente del capítulo 3. Centro de Transformación y Seccionamiento del presente proyecto.

1.1.6. Cuadro General de Distribución.

El Cuadro General de Distribución se dividirá en dos armarios independientes, uno denominado Cuadro General de Distribución RED-NORMAL y otro Cuadro General de Distribución RED-GRUPO, interconectados mediante un cuadro de Conmutación automático.

El cuadro con todos sus componentes estará diseñado para aguantar una temperatura máxima de 40°C.

El cuadro estará de acuerdo con los siguientes códigos y estándar internacionales y especiales:

- R.E.B.T.
- Normas UNE.
- Comité Electrotécnico Internacional.

Características de los paneles:

Los armarios estarán contruidos en chapa electrozincada de 1,5 a 2,5 mm de espesor. La chapa estará plegada, reforzada, soldada y recibirá un revestimiento de pintura termo-endurecida a base de resina epoxi modificada por resinas poliéster, color beige Prisma permitiendo obtener un acabado impecable y una excelente protección contra la corrosión.

Las puertas podrán ser fácilmente extraídas dejando la parte fija de las bisagras.

El conjunto de la chapa exterior será de forma prismoidal.



El cuadro estará construido por un conjunto de varias células de dimensiones estándar, atornilladas una a otra y transportables en elementos separados.

Cada célula podrá comportar hasta tres zonas:

- Zona de aparellaje.
- Zona de cableado.

Zona de bornes.

La determinación de las dimensiones de las células se realizará en función del tamaño y disposición del material, permitiendo así un máximo aprovechamiento del espacio disponible.

La concepción permitirá la extensión del cuadro por yuxtaposición de una o más células sin mecanizar las chapas. Estará prevista una apertura en toda la altura y profundidad del armario.

La accesibilidad a los aparatos y el cableado tras el montaje en el taller o en la obra, vendrá facilitada por la posibilidad de extraer las paredes laterales y el fondo.

Los juegos de barras estarán fabricados en cobre electrolítico de 5 mm de espesor, perforados en toda su longitud, permitiendo toda conexión o modificación posterior en la instalación.

La conexión entre el juego de barras vertical y horizontal se hará bien, por conexión directa o con la ayuda de bridas perpendiculares. La armadura del armario servirá de chasis soporte para las pletinas y el juego de barras.

Cada aparato o conjunto de aparatos estarán montados sobre una pletina o perfil que servirá de soporte de fijación y le corresponderá una tapa perforada que se monta sobre el frontal del armario.

Interruptores automáticos:

En general y salvo indicación en el Diagrama Unifilar, los interruptores serán fijos de corte al aire, accionamiento manual con cierre independiente de la velocidad de accionamiento, disparo, libre enclavamiento por llave. Sus intensidades nominales serán como mínimo las indicadas en los diagramas unifilares y serán todos ellos de tipo extraíble.

Los interruptores generales llevarán bobina de disparo por emisión de corriente a 230V c.a. Así mismo, irán dotados de 4 contactos auxiliares independientes (2 n/a y 2 n/c), cableados hasta la regleta de bornas. Los interruptores llevarán incorporados relés electromagnéticos de acción directa con elementos de disparo diferido de larga y corta duración y regulación de intensidad y tiempo.



Los interruptores automáticos después de funcionar durante una hora con su intensidad nominal, la elevación de la temperatura sobre la del ambiente, de las piezas conductoras y contactos no podrá exceder de 65°C. Así mismo, en tres interrupciones sucesivas, con tres minutos de intervalo, de una corriente con la intensidad correspondiente a la capacidad de ruptura y tensión igual a la nominal, no se observarán arcos prolongados, deterioro en los contactos ni averías en los elementos constituidos del interruptor.

Las dimensiones de las piezas de contactos y conductores del interruptor, serán suficientes para que la temperatura en ninguna de ellas pueda exceder de 65 °C, después de funcionar una hora con su intensidad nominal. La construcción ha de ser tal que permita realizar un mínimo de maniobras de apertura y cierre, del orden de 10.000 con su carga nominal a la tensión de trabajo, sin que se produzca desgaste excesivo o avería en los mismos.

Equipos de medida

Se emplearán módulos de medida, marca CIRCUTOR ref. C.V.M. para control y comprobación, realizándose su montaje de forma empotrada en el frente del panel.

Terminación de cables:

Las cabinas tendrán en su parte inferior posterior, un compartimiento para la entrada de cables, de superficie altura para que estos no sufran curvaturas de radio menores a 8 veces su diámetro.

Se suministrarán con el cuadro, soportes y abrazaderas adecuadas para la sujeción de los cables. Se tomarán precauciones para asegurarse de que no se formen circuitos magnéticos alrededor de cables unipolares o de cables que puedan llevar corrientes desequilibradas.

Todas las regletas de terminales estarán situadas en posiciones accesibles para su inspección y mantenimiento, y como mínimo, un a distancia de 200 mm del suelo y de 150 mm de cualquier otro elemento, tendrá un 20% de bornas de reserva.

Todo el cableado de fábrica se hará con cable tipo 07Z1-K libre de halógenos, de tensión nominal 750 V, tensión de prueba durante 1 minuto de 2.000 V y sección mínima de 2,5 mm² para control.

Estarán previstos terminales adecuados para conductores de cobre de 50 mm² en ambos extremos de la barra de tierra.

Rótulo de identificación:

El cuadro estará provisto de identificación en cada cabina, en su parte frontal. Los rótulos se realizarán en plástico laminado negro con letras blancas de 10 mm de



altura, los rótulos tendrán 20 mm de altura cuando lleven una sola línea y 35 mm cuando lleven dos líneas.

Todos los elementos instalados en el cuadro estarán adecuadamente identificados de acuerdo con los esquemas de cableado y tendrán situadas las placas de características en lugar visible.

La aparamenta del cuadro general de distribución será el descrito en los esquemas unifilares del capítulo de Planos.

1.1.7. Grupo electrógeno.

Tal y como se ha indicado en apartados anteriores al tratarse de un local de pública concurrencia, para dar cumplimiento a la normativa que rige este tipo de locales se deberá disponer de un suministro de reserva, que corresponde al 25% de potencia contratada para suministro normal, con el fin de alimentar los servicios de seguridad.

Además, de acuerdo con la ITC-BT-28, los cables destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios de seguridad con fuentes autónomas centralizadas deberán mantener el servicio durante y después del incendio siendo conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN 50200 y UNE 21123.

Con todo ello y atendiendo a los circuitos definidos en los planos, se instalará un grupo electrógeno en régimen de emergencia de 100 kVA de las siguientes características:

GRUPO ELECTRÓGENO de la marca GENESAL modelo GDIX-110-TAM, INSONORIZADO con motor IVECO. Las características de este modelo de grupo electrógeno se pueden ver en el anexo 1.Grupo Electrógeno.pdf.

1.1.8. Batería de Condensadores.

Al existir en la instalación un elevado consumo de energía reactiva por parte de la instalación de depuración y climatización del edificio se ha previsto la instalación de una batería de condensadores marca MERLIN GERIN de la serie VARPACT. La potencia de esta batería de condensadores será igual la potencia contratada de la instalación corregida mediante un factor de 0.426 kVAr por cada kW, el cual resulta una potencia para la batería de condensadores de entorno a 175 kVAr.

Las características de esta batería de condensadores se pueden consultar en el Anexo 2.Baterias de Condensadores.pdf.

La batería de condensadores deberá cumplir con lo establecido en la ITC-BT-48 “Instalación de receptores. Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores.”



1.1.9. Distribución de Alumbrado y Fuerza.

a) Líneas generales.

Desde el Cuadro General de Distribución parten las líneas generales a los correspondientes cuadros secundarios, éstas líneas serán de cable de cobre, tipo RZ1-K 0,6/1 KV libre de halógenos, alojadas en bandejas de rejilla o en tubos P.V.C. según casos (ver planos).

Para realizar éstas líneas se han seguido los siguientes criterios:

- Las canalizaciones tendrán un espacio de reserva para futuras ampliaciones.
- Para el cálculo de secciones se ha considerado una caída de tensión máxima del 4,5% para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos desde el origen de la instalación (salida de BT del transformador), según instrucción ITC-BT-19, de acuerdo con las potencias previstas en los esquemas.
- No se realizarán empalmes en todo el recorrido de los conductores.
- Con objeto de facilitar la entrada o salida de los conductores, se instalarán los registros a una distancia máxima entre ellos de 15 m, en el caso de realizarse cambios de planos en todos ellos, también se instalarán los registros.

b) Cuadros secundarios.

Serán metálicos prefabricados, normalizados, modulares con puerta, llave y letreros indicadores de los servicios que atienden.

Estarán contruidos en chapa metálica de 1,5 a 2.5 mm de espesor, reforzada, protegida con pintura a base de resina epoxi y resina poliéster, termoendurecida.

Los embarrados del cuadro serán de pletina de Cobre de 5 mm de espesor.

Tendrán el frente sin tensión, de forma que al abrir la puerta pueda actuar sobre los aparatos sin ser accesibles a las conexiones.

Los cuadros que vayan situados en locales húmedos, mojados o en el exterior deberán ser estancos para el resto el grado de protección mínimo será IP-30.

Los cuadros con todos sus componentes, embarrados, soportes, interruptores etc., serán adecuados para resistir las condiciones térmicas y dinámicas del nivel de cortocircuito que se especifique.

El diseño y construcción de los cuadros permitirá una fácil instalación y mantenimiento de los componentes y del cableado interior y exterior. Los cuadros dispondrán de bornas para conexión a tierra mediante placa de cobre con tomas individuales de tornillo roscado.



Cada cuadro se suministrará con los interruptores activos, en reserva y los espacios vacíos indicados en planos y mediciones, cubiertos con escudillos de chapa hasta que sean equipados. El número de reservas equipadas será como mínimo de dos.

Las salidas serán numeradas con letreros de plástico y se pondrá en la tapa una relación que determine el servicio de cada interruptor.

Así mismos, en la parte interior de la puerta, se colocará un plano plastificado, que determine las zonas cubiertas por cada interruptor.

Se conectará la carcasa a la red de tierra general, mediante unión desmontable.

Se identificarán todos los elementos sin excepción. El cuadro y aparatos mediante letreros. Los hilos y cables mediante anillos y los bornes mediante números.

La aparamenta de estos cuadros será la descrita en los esquemas unifilares del capítulo de Planos.

c) Distribución.

Se instalarán los cuadros eléctricos secundarios de alumbrado y fuerza de acuerdo con los planos del proyecto.

Los cables para los circuitos secundarios serán de cobre unipolar tipo 07Z1-K libre de halógenos de 750V de aislamiento, siendo la sección empleada 1,5 mm² como mínimo en instalaciones de alumbrado y 2,5 mm² con mínimo en instalaciones de fuerza.

Todos los circuitos monofásicos incluirán conductor de fase, de neutro y de protección, independientes para cada circuito.

Las canalizaciones desde estos cuadros consisten en tubos de PVC, siendo como mínimo de 16 mm. Ø.

Se instalarán cajas de registros de PVC de 100x100 y 150x100 mm.

Estas canalizaciones se instalarán adosadas al forjado, sobre el falso techo, fijándose mediante abrazaderas.

La conexión de las luminarias se hará en las cajas, por medio de tubos de PVC con piezas de unión roscadas en los extremos. El tubo PVC flexible es de la calidad adecuada para mantener la espira sin soltarse.

Las canalizaciones para toma de corriente se realizarán con tubo de PVC, según planos.



La conexión de las cajas de mecanismos se hará por medio de tubo flexible de poliamida o de PVC, con piezas de unión roscadas en los extremos. Las conexiones eléctricas se realizarán en el interior de cajas.

d) Aparatos de alumbrado.

El alumbrado de áreas abiertas se controlará por medio de un sistema de pulsadores desde la zona central del vestíbulo de acceso.

También se instalarán interruptores, situados convenientemente en los pasillos o en los puntos que se indiquen durante la fase de diseño de detalle. Los interruptores se agruparán convenientemente y se fijarán a una altura de 1 m del suelo al punto central del interruptor.

Los interruptores serán unipolares para 250 V 10 A. Se instalarán suficientes interruptores de forma que la carga máxima de cada interruptor sea inferior a 5 A. Los interruptores se instalarán siempre en el conductor de fase.

El acceso a las lámparas será sencillo, a efectos de sustitución y limpieza.

Los conductores no deberán introducirse en ningún caso dentro del reflector, debiendo conectarse en un bloque terminal sobre la brida, lejos de la influencia térmica de la lámpara.

Los elementos de anclaje y fijación serán los adecuados según el montaje a realizar, mediante tubo, pestillos graduables o garras.

Las armaduras de todos los puntos de luz estarán puestas a tierra. Los portalámparas para luminarias fluorescente serán de seguridad, con rotor giratorio 230V 5 A. Para el resto de las luminarias serán en general de porcelana roscada E-27, de acuerdo con normas UNE-20397. Cuando se usen lámparas especiales, los portalámparas serán adecuados a estas lámparas.

Las reactancias serán del tipo arranque normal, alto factor de potencia. Sus devanados irán impregnados en alto vacío y encapsulado en resina epoxi. Irán provistas de bornas de conexión.

Las bornas de conexión serán en plástico de tipo clema, para cable de hasta 2,5 mm² 2P+T.

e) Mecanismos.

Los mecanismos se instalarán en cajas adecuadas para empotrar en tabique en que se sitúen. Tendrán un sistema de fijación de diseño adecuado, que permite el montaje y desmontaje rápido y fácil de la caja.



Las tomas de corriente serán adecuadas para las características del local en que se instalen.

En general, las tomas de corriente de alumbrado serán tipo Schuko de 16 A 250 V 2P+T.

Al igual que los aparatos de alumbrado los mecanismos deberán respetar la normativa

f) Instalación en Piscina, vestuarios y locales mojados.

Dada las características del local se respetará en todo momento lo indicado en las instrucciones ITC-BT-27 (locales que contienen una bañera o ducha), ITC-BT-30 (instalaciones en locales especiales, especialmente el apartado de locales húmedos y mojados) e ITC-BT-31 (instalaciones en piscinas y fuentes).

Las instalaciones eléctricas en las piscinas respetarán los grados de protección (IP) según el volumen de control marcado por el reglamento y serán alimentadas a la tensión indicada en el mismo según su ubicación. En las zonas que se consideren como locales mojados (vestuarios, accesos a piscinas, etc.) las canalizaciones, apartamentas y luminarias tendrán un grado de protección mínimo IPX4 según ITC-BT-30. En el caso de las duchas se atenderá a lo indicado en la ITC-BT-27.

1.1.10. Instalación de Puesta a Tierra.

Aunque no es objeto de este proyecto se ha proyectado una red de tierra por los cimientos del edificio en forma de anillo y malla según se refleja en los planos correspondientes. La red se realizará con cable de cobre desnudo enterrado de 50 mm² unida a varios electrodos o picas de tierra donde se realizará la unión con el terreno al objeto de derivar las corrientes de defecto que se puedan presentar en el conjunto de las instalaciones previéndose además la colocación de cajas de derivación y puentes de prueba para la unión de dicho mallazo con las líneas principales de tierra del edificio a el Cuadro Eléctrico General, o como reserva para futuros usos, según se refleja en planos. Todas las picas quedarán perfectamente registrables mediante arquetas, para su inspección y mantenimiento, obteniéndose en cada punto de medida una resistencia máxima de 5 ohmios.

Desde esta malla se dará tierra a la estructura del edificio mediante conductores de la misma sección, unidos a ella por soldaduras aluminotermias. A esta malla directamente o a través de la Barra General de Tierra, situada en el Cuadro Eléctrico General estarán conectados a tierra los siguientes elementos:

- Cuadros generales de distribución (RED Y RED-GRUPO).
- Cuadros secundarios.
- Red equipotencial general (tuberías, depósitos, pilares, etc.).
- Red equipotencial suplementaria.
- Instalaciones generales del edificio.



- Aparatos elevadores.
- Antenas TV.
- Grupo electrógeno.

Desde los cuadros generales de distribución se dará tierra a los cuadros secundarios desde donde partirán los conductores de protección para la puesta a tierra de todos los receptores, bien sean luminarias, tomas de corriente, motores u otros equipos, e irán canalizados conjuntamente con los cables activos de cada circuito y por sus mismas canalizaciones.

Se prevén cajas metálicas con frente transparente con puente de pruebas para derivaciones de líneas principales y para hacer mediciones del estado de la resistencia con relación a tierra en diversos puntos de la edificación, así como puentes de prueba de reserva, lo cual permitirá la puesta a tierra de los equipos de usuario a definir. Dichas cajas se colocarán siempre en paramentos, pilares o tabiques y a una altura de 1,5 m. sobre el suelo terminado.

Se ha previsto la instalación de un sistema de tierra independiente para posibles servicios especiales o de comunicaciones (voz y datos, informática), que constarán de picas de puesta a tierra unidas en triángulo tal como se puede ver en planos y con el correspondiente puente de pruebas. Estas tierras independientes se unirán a la red general mediante tubo corrugado del tipo forroplast flexible de Ø 32 con guía, rematándose en el punto de unión con arquetas registrables.

De acuerdo con la ITC-BT-31 se instalará una red equipotencial suplementaria local en los volúmenes 0 y 1 de la zona de baño (piscinas), aseos y zonas húmedas o mojadas.

1.1.11. Proyecto-Estudio de Iluminación

El cálculo de iluminación se realiza mediante el programa Dialux en su versión 4.8 y todos los archivos se pueden encontrar en la carpeta “1.Calculo de iluminación” adjunta en el soporte electrónico de entrega.

El diseño de la instalación de alumbrado se realiza con las siguientes premisas de acuerdo con la ITC-BT-28 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y El Documento Básico de Seguridad de Utilización SU 4 del C.T.E y el Documento Básico de Ahorro de Energía en Instalaciones de Iluminación HE 3 para las diferentes zonas del edificio.



- Alumbrado normal.

Tal y como se muestra en la tabla 1.1 del Documento Básico de Seguridad de Utilización 4 del C.T.E el nivel mínimo de iluminación para zonas exclusivas de personas es de 75 lux. en escaleras y 50 en el resto de zonas. Así como se debe disponer de iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras.

- Alumbrado de seguridad.

Según el R.E.B.T.: “El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal”. Este se compone de:

Alumbrado de evacuación.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Alumbrado ambiente o anti-pánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.



La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Alumbrado de zonas de alto riesgo

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

Al tratarse de un local de pública concurrencia, independientemente del sistema de iluminación normal, y según la ITC-BT 28 apartado 2.3, existirá un sistema de alumbrado de emergencia asegurando en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen. La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

El alumbrado de seguridad estará constituido por aparatos autónomos de tipo no permanente y con baterías de 1 hora de autonomía, cumpliendo con las normas UNE-EN 60.598-2-22 y cumpliendo las prescripciones de alumbrado de evacuación y ambiente o anti-pánico según los apartados 3.1.1 y 3.1.2 de la ITC-BT- 28.

Asimismo, se instalarán balizas de emergencia en peldaños de escaleras con la suficiente intensidad para que puedan iluminar la huella y en los pasillos de paso entre piscinas, a razón de 1 por cada metro lineal de la anchura o fracción, con el fin de cumplir con las prescripciones pertinentes.

Estas balizas irán alimentadas a muy baja tensión desde fuente central y alimentada con cables eléctricos que mantengan el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN 50200 y características equivalentes a la norma UNE 21123 y tendrán emisión de humos y opacidad reducida.

Este alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca el fallo de alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

Las canalizaciones se realizarán según la ITC-BT-19, ITC-BT-29 e ITC-BT-28.

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-28, apartado 3.1.1, se ha previsto una instalación de alumbrado de evacuación, que proporciona en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux y de 5 lux en los locales donde se encuentren equipos de protección contra incendios y cuadros de distribución de alumbrado.

A continuación se muestran algunas de las imágenes resultantes del estudio:

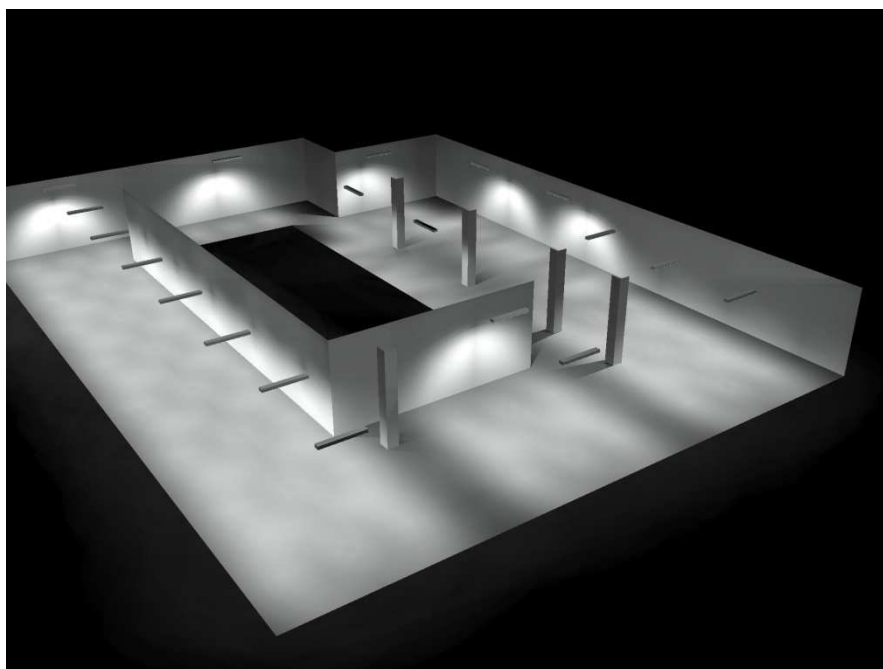


Imagen 1. Estudio de Iluminación de un local de Planta Sótano.

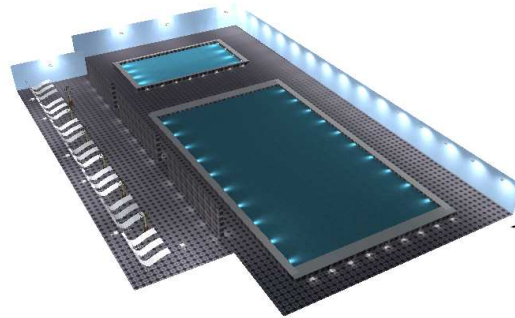


Imagen 2. Estudio de la zona central de Planta Baja.



Imagen 3. Estudio de Iluminación de Gradas y Cafetería.

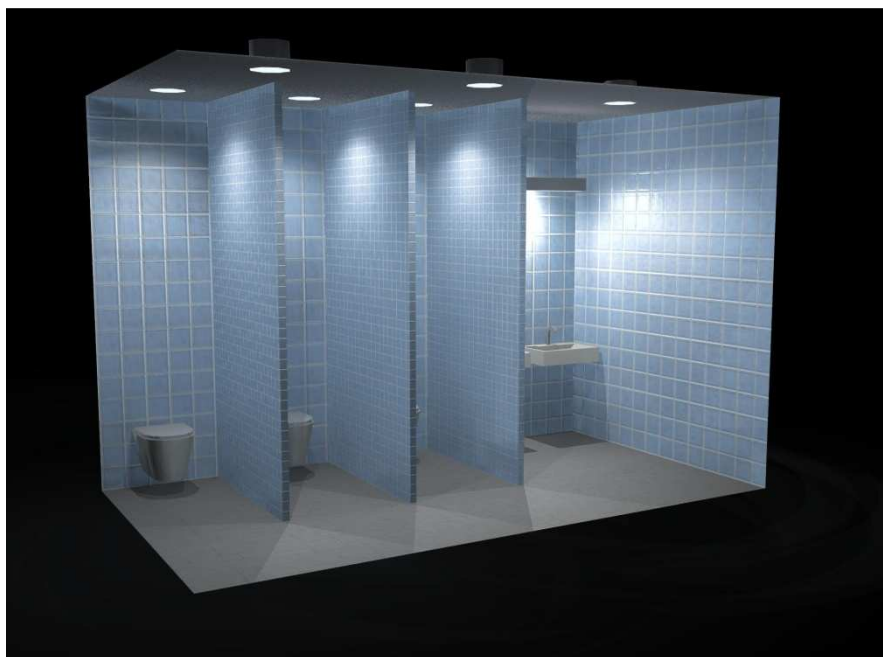


Imagen 4. Estudio de Iluminación de Baño en Planta Alta.



1.2. Cálculos justificativos.

1.2.1. Ocupación

El REBT establece un criterio de cálculo para la ocupación prevista de 1 persona por cada 0.8 m^2 de superficie útil a excepción de pasillos, repartidores, vestíbulos y servicios. Mientras que el CTE establece la siguiente tabla:

<i>Pública concurencia</i>	Zonas destinadas a espectadores sentados:	
	con asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Zonas de espectadores de pie	0,25
	Zonas de público en discotecas	0,5
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios:	
	con aparatos	5
	sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas	
	zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	vestuarios	3
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
	Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2
	Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión	2
	Zonas de público en terminales de transporte	10
	Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10

Tabla 1. Parámetros para el cálculo de ocupación según el Código Técnico de la Edificación.

Se debe realizar el cálculo según ambas normativas y seleccionar el más restrictivo según los criterios de la "pública concurrencia", es decir, el de mayor ocupación.



En el caso del presente proyecto su ocupación prevista será de:

- Según REBT.

Planta	Superficie (m²)
Planta alta:	329,75
Planta baja:	2334,2
Planta sótano:	62,4
Total (m²)	2726,35
Capacidad (personas)	3407,94

Tabla 2.Cálculo del grado de ocupación del edificio según R.E.B.T.

- Según CTE

Planta	Superficie(m²)	Ocupación (pers.)
P ^a Baja	2804	6556,15
P ^a Alta	368,75	1133,85
Total	3172,75	7690

Tabla 3. Cálculo del grado de ocupación del edificio según C.T.E.

N.B.: El desglose de estas superficies y aplicación de coeficientes se puede consultar en los planos del proyecto y el archivo Excel adjunto con el nombre de 1.Ocupación.xls.

1.2.2. Potencia instalada

La previsión de potencia se extrae del diseño de la instalación tal y como se puede deducir de los planos del proyecto, a continuación se muestra una tabla resumen de la potencia estimada.



Planta	Potencia prevista en el edificio	
	Cuadro	Potencia(W)
P ^a Sótano		
	C. ASCENSOR	0
	C. BAÑOTERAPIA 1	20000
	C. BAÑOTERAPIA 2	20000
	C. CALDERAS 1	6000
	C. CLIMATIZACION 1	26000
	C. CLIMATIZACIÓN 2	26000
	C. CONMUTACIÓN	55000
	C. DEPURACIÓN 1	16000
	C. DEPURACIÓN 2	16000
	C. DEPURACIÓN 3	16000
	C. DEPURACIÓN EXTERIOR	15000
	C. GRUPO DE PRESIÓN	5000
	C. SÓTANO	10400
	BATERIA DE CONDENSADORES	175 kVAr
	Total P^a Sótano	231400
P ^a Baja		
	C. BALNEARIO	66000
	C. CALDERAS 2	6000
	C. EXTERIORES	16500
	C. PLANTA BAJA	18600
	Total P^a Baja	107100
P ^a Alta		
	C. GRADAS Y CAFETERIA	18400
	Total P^a Alta	18400
	TOTAL	356900
	Total potencia prevista	376150
	Coefficiente de simultaneidad	1
	TOTAL EDIFICIO BALNEARIO	376150

Tabla 4.Previsión de potencia para el edificio de piscina cubierta y balneario.

Cálculo Suministro de Reserva.

Para el cálculo de la potencia del suministro de reserva descontaremos de la potencia total a contratar, 400 kW, la potencia destinada a climatización y depuración al no considerarlas como servicios de seguridad.

Tendremos entonces $400 \text{ kW} - 116 \text{ kW} = 284 \text{ kW}$

El suministro de reserva será como mínimo del 25% de esta potencia, lo cual resulta:

$$P_{seg} = 284 \cdot 0,25 = 71 \text{ kW}$$



El Grupo electrógeno proyectado de 100 kVA (80 kW) cumple con esta condición.

Las potencias instaladas y servicios alimentados de los diferentes cuadros eléctricos secundarios quedan recogidos en los Esquemas Eléctricos del plano PBTS_15. Unifilar.

1.2.3. Derivación individual a Cuadro General de distribución.

El Interruptor Automático instalado es de 4x720 A, lo cual implica que la máxima potencia admisible es de:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \theta$$

Siendo:

P=Potencia activa prevista para la línea en Vatios.

U=Tensión nominal de la línea en Voltios.

I=Intensidad el I.G.A. en Amperios.

Cos θ = Factor de Potencia.

Aplicando las condiciones particulares del presente proyecto resulta:

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 720 \cdot 1 = 498,83 \text{ kW}$$

1.2.4. Justificación de la sección del conductor.

Intensidad máxima admisible del conductor:

La intensidad máxima admisible para este conductor se determinará a partir de la ITC – BT 19 y la norma UNE 20.460-5-523.

Siendo la conducción de estos conductores por bandeja perforada, de acuerdo con la tabla A.52-1 bis de la norma, para aislamiento XLPE y sección 1x240 mm².

Tendremos una intensidad máxima admisible de 490 Amperios por conductor, de esta manera que la Intensidad Máxima Admisible de la línea formada por dos conductores de 240 mm² será de 980 Amperios, valor muy superior al valor del Interruptor General de Potencia.



Caída de tensión:

La caída de tensión máxima admisible establecida en el R.E.B.T. en sus instrucciones ITC-BT-14, ITC-BT-15 e ITC-BT-19 es de 1,5% para suministros a un único usuario. La cual, al ser un suministro trifásico se calcula según la siguiente expresión.

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot U \cdot S}$$

Siendo:

ΔU = caída de tensión.

P = Potencia activa prevista para la línea en Vatios

L = Longitud de la línea en metros.

σ = Conductividad (Igual a 56 para el Cu).

U = Tensión nominal de la línea en voltios.

S = Sección del conductor en mm².

Introduciendo los valores característicos de la línea a estudiar resulta:

$$\Delta U = \frac{498,83 \cdot 10}{56 \cdot 400 \cdot 240} = 0,928 \text{ V}$$

Que significa un 0,2 % de la tensión nominal, valor muy inferior al 1,5% permitido.



1.2.5. Cálculos eléctricos de las líneas.

Las fórmulas utilizadas en la hoja de cálculo citada anteriormente son las siguientes:

1.2.5.1. Intensidad de corriente.

- Líneas trifásicas

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U}$$

- Líneas monofásicas.

$$I = \frac{P}{\cos \varphi \cdot U}$$

Donde:

$\cos \varphi$ = factor de potencia, 0,9.

I = Intensidad de corriente en Amperios que pasa por el conductor.

P = Potencia en Vatios que se transporta.

U = tensión de servicio en Voltios.

1.2.5.2. Caídas de tensión.

- Líneas trifásicas.

$$\Delta U = \frac{L \cdot P}{K \cdot U \cdot S}$$

- Líneas monofásicas.

$$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot P}{K \cdot U \cdot S}$$



Donde:

I = Intensidad de corriente en Amperios que pasa por el conductor.

P = Potencia en Vatios que se transporta.

U = tensión de servicio en Voltios.

K = Conductividad del cobre cuyo valor es de 56 en $m/\Omega \cdot mm^2$

S = Sección en mm^2 .

L = Longitud en metros.

Las líneas eléctricas diseñadas para este proyecto han sido elegidas bajo las siguientes consideraciones:

- Deben soportar sin sobrecalentamientos la intensidad calculada para la potencia instalada a transportar por ellos.
- Las caídas de tensión calculadas para la intensidad de plena carga, no deben superar en este caso el 4,5% en el uso de Alumbrado, y el 6,5 % en los usos de Fuerza desde el origen de la Instalación. (Salida de Baja Tensión del Transformador) tal y como se indica en la ITC-BT-19 en su apartado 2.2.2.

Los conductores utilizados en la instalación se han diseñado en base a las siguientes consideraciones:

- Intensidades admisibles y protección térmica de los conductores utilizados en las distribuciones.

En aplicación de la ITC-BT-19 apartado 2.2.3 y norma UNE 20460-5-523 para conductores unipolares aislados en polietileno reticulado, con no más de 3 circuitos por un mismo tubo empotrado o al aire y una temperatura ambiente igual o inferior a 40 °C, se obtienen las siguientes intensidades y protecciones mediante interruptor automático magnetotérmico.



Sección del conductor(mm ²)	Intensidad admitida (A)	Protección en el proyecto (A)
1,5	12,8	10
2,5	17,6	16
4	24	20
6	29,6	25
10	41,6	32-40
16	56	50

Tabla 5.Intensidad admitida y protección utilizada para las diferentes secciones de conductor.

- Caídas de tensión máximas en las líneas de distribución.

Todas están dimensionadas para que la caída máxima en ellas no supere el 1,5 % de la tensión nominal de 3x400/230 V. Para lo cual, tomando como conductibilidad del cobre 56, el producto de la potencia aparente por la longitud media de cada uno de los circuitos representados en los esquemas de Cuadros Secundarios, no supera los siguientes valores para cada una de las secciones de los conductores utilizados.

Sección del conductor(mm ²)	Línea monofásica (P x L)	Línea trifásica (P x L)
1,5	33.327	199.962
2,5	55.545	333.270
4	88.872	533.232
6	133.308	799.848
10	222.180	1.333.080
16	355.488	2.132.928

Tabla 6. Valores límite para el cumplimiento de la caída de tensión.

1.2.6. Cálculos de iluminación.

Como ha comentado en la memoria, los cálculo de iluminación se han realizado mediante el programa Dialux en su versión 4.8, el archivo se adjunta en el soporte magnético del proyecto con el nombre de 1.Cálculo de iluminación.

A continuación se muestran las áreas algunos de los informes extraídos para el estudio.

Proyecto 1

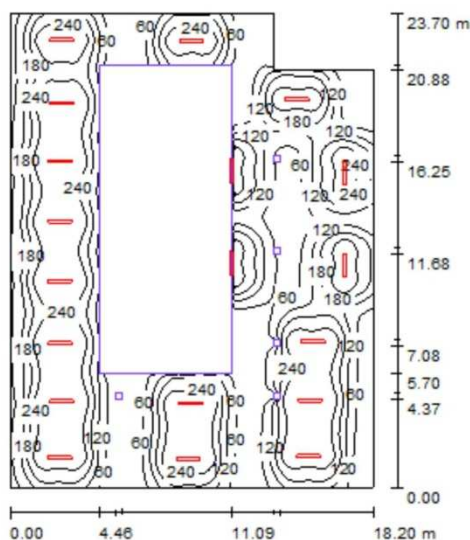


DIALux

17.11.2011

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 4 / Output en hoja simple



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:305

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	159	9.57	295	0.060
Suelo	20	146	14	215	0.098
Techo	70	26	13	171	0.506
Paredes (6)	50	48	14	156	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	19	ORNALUX PPLT5154B Pantalla Parabolic para líneas continas de tubos fluorescentes T5 (1.000)	4450	56.0
Total:			84550	1064.0

Valor de eficiencia energética: $2.55 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 417.11 m^2)

Imagen 5. Informe del cálculo de iluminación del local de Planta Baja.

Gradas y cafetería

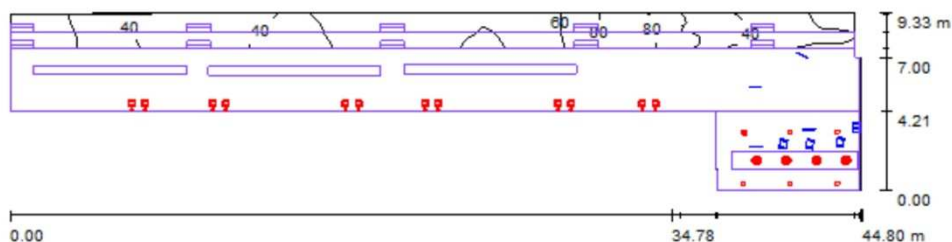


DIALux

17.11.2011

Proyecto elaborado por Alejandro Moreno Ferrer
Teléfono
Fax
e-Mail 100036206@alumnos.uc3m.es

Gradas / Output en hoja simple



Altura del local: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:321

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	44	10	92	0.232
Pisos (102)	20	52	0.46	173	/
Techo	70	196	4.71	1251	0.024
Paredes (8)	18	76	7.43	1032	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	12	ERCO 33220000 Parscoop III Bañador 1xHIT-DE-CE 150W (1.000)	14200	170.0
2	4	LIGMAN 95012-2-1 Atlantic medium shade pendant luminaire (1.000)	1800	29.0
3	7	ORNALUX WWC226 DownLight cuadrado para lámparas fluorescentes compactas (1.000)	3600	72.0
Total:			202800	2660.0

Valor de eficiencia energética: $10.22 \text{ W/m}^2 = 23.06 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Base: 260.25 m^2)

Imagen 6. Informe del cálculo de iluminación de las gradas y cafetería.



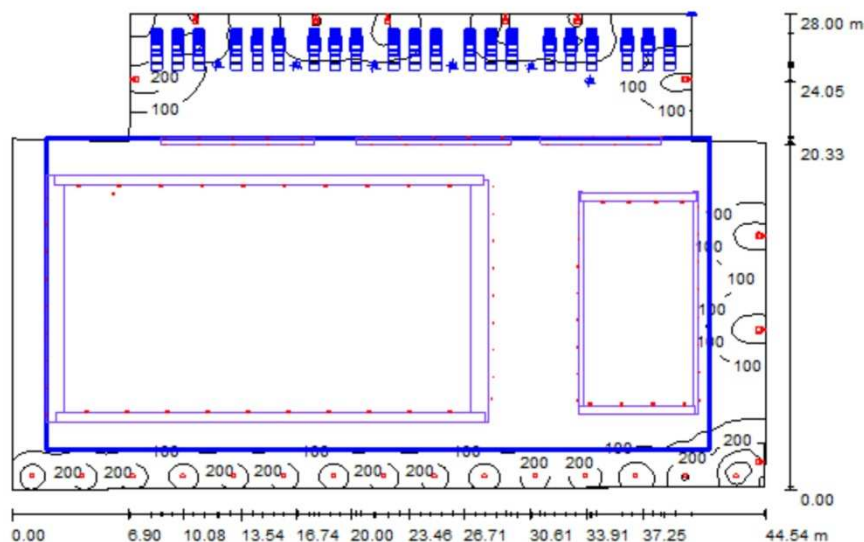
Proyecto 1



DIALux
11.12.2011

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 3 / Output en hoja simple



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:360

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	55	7.84	465	0.143
Pisos (3)	30	54	7.09	783	/
Techo	70	68	7.62	3875	0.112
Paredes (8)	61	83	8.95	569	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	10	ERCO 33220000 Parscoop III Bañador 1xHIT-DE-CE 150W (1.000)	14200	170.0
2	62	ERCO 44574000 Bañador de suelo 1xQT9-ax 20W (1.000)	320	22.0
3	15	ORNALUX WWC226 DownLight cuadrado para lámparas fluorescentes compactas (1.000)	3600	72.0
4	1	SIMES S.3641 MINISUB (1.000)	889	50.0
5	28	SIMES S.3695.19 POOL SPOT (1.000)	434	30.0
Total:			228881	5034.0

Valor de eficiencia energética: $4.35 \text{ W/m}^2 = 7.94 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1158.50 m^2)



1.3. Seguridad y salud.

1.3.1. *Objeto.*

El estudio básico de Seguridad y Salud, está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, del 24 de Octubre, por el que se establecen condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la ley 31/1995 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el artículo 3 del R.B. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un coordinador en materia de Seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

1.3.2. *Daños de origen eléctrico.*

Las descargas eléctricas contribuyen a provocar accidentes en las obras de construcción, por el contacto de persona con partes metálicas accidentalmente en tensión o con partes eléctricas bajo tensión.

Para poder prevenir los accidentes debidos a la corriente eléctrica es necesario adoptar medidas de protección, adecuadas a los posibles riesgos que puedan presentarse. Estas medidas implican la elección acertada de los elementos preventivos que hagan de una instalación eléctrica (de acuerdo con su tensión, tipo de instalación y emplazamiento) fiable y segura, tanto para las personas como para las cosas.

En todo accidente eléctrico interviene una cantidad de energía que se transforma. Esta transformación puede producirse, o bien directamente sobre la persona, causándole lesiones orgánicas de origen eléctrico, o desencadenando un proceso energético que de lugar a un accidente de otra naturaleza, siendo en este caso la corriente eléctrica la causa indirecta.

El proceso mediante el cual una persona recibe energía eléctrica en un accidente directo puede ser con una simple exposición a las radiaciones electromagnética, siendo mucho más frecuentes y graves los casos en que la víctima quede acoplada eléctricamente a la red.

El estudio de los efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano, tiene dos aspectos distintos, pero de estrecha relación: el físico y el fisiológico.

Es preciso, por tanto, examinar el grado de peligrosidad de la corriente eléctrica, en función de sus tres variables físicas: intensidad, frecuencia y tiempo de duración.



A la vez, deben ser analizados los valores de la impedancia que presenta el cuerpo humano y que dependerán de las distintas trayectorias seguidas por la corriente eléctrica, así como de la naturaleza y estado de los tejidos atravesados, para que, de los datos obtenidos, se pueda establecer el grado de peligrosidad en función de la tensión para distintos valores de la corriente eléctrica.

En toda electrización corporal es importante considerar el establecimiento de un régimen transitorio de corrientes a través del cuerpo, cuya duración puede ser importante en función de los tiempos considerados como umbrales de peligro, por lo que los valores de intensidad, tensión e impedancia deben definirse con precisión.

1.3.3. Prevención de accidentes eléctricos.

Analizados y estructurados los daños de origen eléctrico, el paso siguiente consiste en estudiar los procedimientos de prevención de los accidentes eléctricos.

No cabe duda de que cualquier método de prevención debe fijar como objetivo final la eliminación total de las causas que originan los accidentes o, por lo menos, limitarlas a valores no peligrosos.

Cuando la radiación electromagnética tenga una intensidad peligrosa, la absorción que provoca esta radiación puede evitarse impidiendo a las personas que queden expuestas a las mismas. Mientras que para evitar los acoplamientos, será necesaria la interposición de pantallas adecuadas entre la persona y el elemento eléctrico.

Un segundo criterio de prevención consiste en no impedir que los contactos provoquen acoplamiento, sino evitar que éstos resulten peligrosos. Esto se consigue limitando el tiempo y la intensidad por debajo de sus valores umbrales de peligro

Para limitar el tiempo de duración del acoplamiento son necesarios interruptores rápidos, puesto que el umbral de seguridad resulta ser de un tiempo muy corto. Este procedimiento de prevención es eficaz, tanto para contactos directos como indirectos.

Para reducir la intensidad del acoplamiento por debajo del umbral de peligro es necesario limitar el valor de la tensión. Un procedimiento consiste en el empleo de redes cuya tensión nominal sea muy baja e inferior al umbral de peligro, evitándose los contactos directos e indirectos.

Otros procedimientos se basan en mantener bajo los valores de las tensiones que, accidentalmente pueden aparecer entre la tierra y las masas metálicas, uniéndose galvánicamente mediante conexiones de baja resistencia y que se les denomina puestas a tierra y redes equipotenciales, encaminados ambos a la prevención de los contactos indirectos.



De gran importancia en la prevención de accidentes eléctricos es el empleo de detectores de defecto o diferenciales, los cuales son sensibles a las corrientes de derivación a tierra.

- Medidas básicas de prevención de accidentes eléctricos:
 - No realizar trabajos eléctricos sin ser capacitado y autorizado para ello.
 - Mantener las distancias de seguridad con las líneas eléctricas.
 - Utilizar equipos y medios de protección individual certificados.
 - En los lugares mojados o metálicos utilizar sólo aparatos eléctricos portátiles a pequeñas tensiones de seguridad.
 - Vigilar que el entorno sea seguro.
- Para trabajar en instalaciones eléctricas hay que tener presentes 5 reglas de oro:
 - Cortar todas las fuentes de tensión.
 - Bloquear los aparatos de corte.
 - Verificar la ausencia de tensión.
 - Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
 - Delimitar y señalizar la zona de trabajo.
- Trabajos con herramientas eléctricas:
 - Los cables de alimentación tendrán aislamiento seguro y sin deterioro.
 - Todas las conexiones se harán por medio de clavijas normalizadas.
 - Todas las herramientas eléctricas manuales durante su utilización han de estar protegidas.
 - Se comprobará periódicamente el correcto funcionamiento de las protecciones.
 - Se desconectarán al término de su utilización o pausa en el trabajo.
 - No tirar del cable de utilización para desenchufar la herramienta.



- Comprobación a llevar a cabo:
 - Comprobar que las clavijas, enchufes, interruptores, automáticos y fusibles son los adecuados.
 - Comprobar que se mide el acceso a partes en tensión, manteniendo cerradas las envolventes, si es posible con llave, que debe ser guardada por la persona responsable.
 - Los interruptores de alimentación serán accesibles y todos conocerán como utilizarlos en caso de emergencia.
 - Comprobar periódicamente las instalaciones eléctricas y que las reparaciones y mantenimiento son realizadas por personal competente.
 - Revisar periódicamente los aparatos portátiles.
 - Comprobar que todo aparato que presente algún problema no se use.
 - Revisar periódicamente los interruptores diferenciales.
 - Comprobar que se desconectan de la red eléctrica las herramientas y equipos antes de proceder a su limpieza, ajuste o mantenimiento.

- Importante:

Es preciso colocar carteles informativos sobre primeros auxilios ante descargas eléctricas.

1.3.4. Actuación ante un accidente:

Es necesario seguir un conjunto de actuaciones y técnicas que permitan la atención inmediata de un accidentado, hasta que llega la asistencia médica profesional a fin de que las lesiones que haya sufrido no empeoren.

Existen 10 consideraciones que se deben tener en cuenta, siempre, como actitud ante los accidentes:

- Conservar la calma.
- Evitar aglomeraciones.
- Saber imponerse.
- No mover al herido.
- Examinar al herido.
- Tranquilizar al herido.
- Mantener el herido caliente.
- Avisar al personal sanitario.
- Traslado adecuado del herido.
- No medicar al herido.



La rápida actuación ante un accidente puede salvar la vida de una persona o evitar el empeoramiento de las posibles lesiones que padezca.

El orden a seguir es el siguiente:

- **Proteger:** Asegurarse de que el accidentado como usted están fuera de todo peligro.
- **Avisar:** Siempre que sea posible, avisar a los servicios sanitarios.
- **Socorrer:** Proceder a actuar sobre el accidentado, reconociendo sus signos vitales, siempre por este orden: conciencia, respiración y pulso.

Ante un accidente eléctrico, lo primero a realizar es comprobar si se puede actuar sobre el accidentado sin peligro y si lo hay, cortar la corriente con un interruptor automático o elemento de corte más cercano. No se debe cortar un conductor con herramientas que no sean aislantes. Se pueden romper los conductores con palos secos. Ha habido accidentes en los que el socorrista ha perecido por tocar al accidentado sin tomar precauciones.



1.4. Pliego de Condiciones Técnicas

1.4.1. *Objeto*

El presente documento tiene por objeto la definición de los siguientes conceptos:

- Responsabilidad del instalador.
- Trabajos incluidos en el proyecto a realizar por el instalador eléctrico.
- Calidad y montaje de los diferentes equipos y elementos auxiliares.
- Ensayos a realizar durante la obra y en las recepciones parciales o total, referentes a comprobaciones de calidad, montajes o estados de funcionamiento.
- Garantías exigidas tanto al equipo como a su funcionamiento.

1.4.2. *Responsabilidades del instalador.*

El instalador es responsable de ejecutar correctamente el montaje de la instalación, siguiendo siempre las directrices y normas del director de obra, no pudiendo sin su autorización variar trazados, cambiar materiales o introducir modificaciones al proyecto, y especialmente a este pliego de condiciones.

El instalador se hace responsable del proyecto, debiendo con anterioridad a la adjudicación, visitar la zona de día y conocer a fondo la situación y circunstancias de la misma, y los lugares inmediatos y adyacentes.

Manifestará expresamente, que encuentra el proyecto correcto o no. En su defecto se entiende que el proyecto es conocido y ha sido debidamente estudiado y que lo encuentra completo, correcto y acorde con las normativas oficiales vigentes en toda su extensión, para obtener las características que se fijan en los documentos de proyecto.

La oferta del instalador sólo es válida a efectos de contrato, exclusivamente en la aplicación de precios unitarios y totales a la transcripción de los materiales indicados en los documentos de proyecto, lo que invalida otras cláusulas, notas, aclaraciones, etc., que incluya el instalador en su oferta o impresos normalizados, ateniéndose en este sentido a lo que indique el texto general del proyecto.

El instalador aún lo expresado en puntos anteriores, si durante la ejecución de los trabajos encontrase falta, error u omisión en el proyecto, tendrá la obligación de comunicarlo de inmediato a la Dirección de Obra, sin que por ello pueda hacer ninguna reclamación económica o aducir retrasos de ningún tipo.



Es responsable de efectuar la instalación cumpliendo fielmente la legislación vigente, especialmente el apartado de Seguridad e Higiene, así como la normativa relacionada en estas especificaciones.

Es responsable de la confección en el modo, tiempo y forma de la documentación necesaria para la legalización del proyecto y la dirección de obra, en base al proyecto de instalaciones, así como de la mejor gestión ante los organismos oficiales y compañías suministradoras, para obtener las correspondientes aprobaciones a la documentación presentada.

Es responsable de efectuar las pruebas mínimas exigidas por la legislación, las especificadas en el apartado correspondiente de este documento y aquellas otras que el director de obra considere necesarias, asumiendo los costes de su realización.

Es responsabilidad del instalador asegurar al titular de la instalación de las garantías especificadas y realizar las comprobaciones, reparaciones o sustituciones necesarias en el plazo mínimo posible.

El instalador es responsable de las averías, accidentes, daños o pérdidas que sufra la propiedad por falta o defectos de planificación, mal montaje, falta de calidad, sustracciones o desapariciones de material y equipos, errores de ejecución en los trabajos de instalación o en la realización de las pruebas de funcionamiento.

El instalador es responsable de realizar un correcto uso del proyecto, respetando la propiedad intelectual del autor, no realizará copias sin autorización, y en todo caso, presentará las permitidas al director de obra para su visado. Asimismo, se compromete a no divulgar el contenido del proyecto con terceros y sin otro fin que no sea la ejecución del montaje.

El instalador es responsable del fiel cumplimiento de estas especificaciones y de su aceptación que expresará mediante firma al final de las mismas, en una copia que será entregada al Director de Obra junto con un documento global de la oferta de adjudicación, antes del inicio de los trabajos.

1.4.3. Trabajos comprendidos y materiales complementarios.

TRABAJOS COMPRENDIDOS

Es cometido del instalador eléctrico el suministro de todo el material, mano de obra, equipo, accesorios y ejecución de todas las operaciones necesarias para el perfecto acabado y puesta a punto de la instalación de electricidad, descrita en la memoria, representada en los planos, relacionada en el presupuesto y montada según las especificaciones que en el presente documento se exponen.



Por tanto, los precios que oferte el instalador para las distintas unidades que componen el presupuesto, deberán incluir su mano de obra, transporte y la parte proporcional del pequeño material accesorio y de fijación especificado, según se indica en este documento, y en las especificaciones particulares de montaje.

Todos los trabajos y materiales referidos, se entiende, quedan incluidos dentro del precio total de contratación, siendo las exclusiones únicamente las indicadas en este documento. Cualquier exclusión incluida por el instalador en su oferta, no comprendida en el apartado citado, no tendrá validez a no ser que en el contrato exista una cláusula especial y particular para la exclusión de referencia.

El instalador suministrará al Director de Obra una relación de las exclusiones aceptadas en su contrato de instalación antes del inicio de la obra, no siendo válidas dichas exclusiones si no se ha cumplido este punto.

Es cometido del instalador el embornado en equipos de las líneas eléctricas de alimentación de potencia, si fueran realizadas por otros. Así como de las últimas conexiones de suministro como pueden ser reposiciones de agua, suministro de gasóleo, gas, desagües, etc.

MATERIALES COMPLEMENTARIOS COMPRENDIDOS.

Además de los materiales relacionados en el Presupuesto, comprende esta instalación:

- Racores para conectar los tubos de canalizaciones.
- Grapas de sujeción de cuadros, tubos, placas, etc., y cualquier otro material de fijación.
- Materiales y equipos de soldadura.
- Bandejas de sustentación de cables
- Pequeño material y accesorios.
- Oxígeno, acetileno, electrodos y cuantos materiales sean necesarios para el perfecto acabado.
- Tubos para la protección de las canalizaciones donde se indique en los planos.
- Pintura sintética de cuadros, tubos y equipo eléctrico, según materiales y código de colores a definir por la Dirección de Obra.
- Queda incluido en el suministro del instalador todos los enclavamientos necesarios para otras instalaciones (aire acondicionado, mecánica, protección contra incendios, etc.), dentro de los propios cuadros. Así como su embornamiento a las líneas de control correspondiente.

1.4.4. Condiciones Generales

- a) Coordinación del trabajo con otros oficios.



El instalador de electricidad coordinará perfectamente su trabajo con la empresa constructora y los instaladores de otras especialidades, tales como mecánicas, aire acondicionado, etc., que pueden afectar su instalación y el montaje final de su equipo.

La determinación deberá ser limpia y estética, dentro del acabado arquitectónico del edificio, esmerando principalmente el montaje de bandejas, tubos y demás canalizaciones de distribución, mecanismos, etc., de forma que respeten la línea de acabados de suelos, techos, falsos techos, paredes y demás elementos arquitectónicos.

El instalador suministrará a la Dirección de Obra, toda la información de construcción concerniente a su trabajo, tal como situación exacta de las bancadas de hormigón, anclajes, situación de huecos en forjados, dimensiones, materiales, soportes, patinillos, etc., dentro del plazo de tiempo exigido para no entorpecer el programa de acabado general por zonas o de los edificios completos.

Todas aquellas bancadas de bombas, motores, compresores, etc., que soportan equipos cuyas vibraciones puedan transmitirse a la estructura del edificio, deberán tratarse cuidadosamente para ser anuladas.

El instalador suministrará los planning y documentación gráfica necesaria o que se le requiera, referida a su actividad para la coordinación y planificación general de la obra.

b) Planos de Taller.

El instalador preparará todos los planos de taller necesarios mostrando en detalle las características de construcción de todo el equipo, tal como cuadros, paneles de control, diagramas de conexión eléctrico, detalles especiales de paso de canalizaciones, etc.

Todos estos planos sólo tendrán validez si están aprobados por la Dirección de Obra, no efectuándose ningún montaje si no existe el correspondiente plano.

La aprobación de los planos por la Dirección de Obra es general y no releva de modo alguno al instalador de la responsabilidad de errores y de la necesidad de comprobación de los planos por su parte.

En todo caso o circunstancia, deberá incluirse en cualquier plano de montaje o documento gráfico el sello original del autor del proyecto, para su utilización en aprobaciones para montaje de los mismos. Deberá incluirse igualmente en aquellos planos de detalle que se generen a partir de otros durante la fase de montaje.

c) Inspección de los trabajos.

La Dirección de Obra, podrá realizar todas las revisiones e inspecciones, tanto en el edificio como en los talleres, fábricas, laboratorios, etc., donde el instalador se



encuentre realizando los trabajos relacionados con esta instalación, siendo estas revisiones totales o parciales, según criterios de la Dirección de Obra para la buena marcha de ésta.

d) Modificaciones a los planos y especificaciones.

Sólo se admitirán modificaciones de los siguientes conceptos:

Mejoras en calidad, cantidad o montaje de los diferentes elementos, siempre que no afecte al presupuesto o en todo caso disminuya de la posición correspondiente, no debiendo nunca repercutir el cambio en otros materiales.

Variaciones en la arquitectura del edificio, siendo la variación de instalaciones definida por la Dirección de Obra o por el instalador con la aprobación de ésta.

Estas posibles modificaciones deberán realizarse por escrito, acompañadas por la causa, material eliminado, material nuevo, modificación al presupuesto con las certificaciones de precios correspondientes y fechas de entrega, no pudiéndose efectuar ningún cambio si el anterior documento no ha sido aprobado por la Propiedad y Dirección de Obra.

e) Documentación de equipos.

El instalador exigirá a los proveedores y presentará a la Dirección de Obra la documentación de los equipos solicitados que incluirán dimensiones y pesos, características generales y técnicas, esquemas eléctricos y de conexión, instrucciones de montaje, funcionamiento, regulación y mantenimiento, homologaciones exigidas u obtenidas.

Especial hincapié se tendrá con la presentación de las garantías de calidad, seguridad, aislamiento, calentamientos admisibles, poder de cortocircuito admisible o de corte y factor de potencia, exigidas por la normativa vigente.

Igualmente, se exigirá a los instaladores y éstos a los fabricantes y suministradores, placas de características de todos los equipos, solidariamente unidas a éstos y de acuerdo con las normativas específicas en cada caso.

f) Calidades.

La maquinaria, materiales o cualquier otro elemento en el que sea definible una calidad, será el indicado en el proyecto. Si el instalador propusiese uno de calidad similar, sólo la Dirección de Obra definirá si es ó no similar, por lo que todo elemento que no sea específicamente indicado en el presupuesto, deberá haber sido aprobado por escrito, por aquella, siendo eliminado sin perjuicio a la Propiedad si no cumpliera este requisito.



- g) Conexiones a los aparatos y otras instalaciones.

El instalador suministrará todos los materiales y mano de obra necesarios para efectuar las conexiones de los sistemas a todos los aparatos y equipos que lo requieran.

1.4.5. Montaje de equipos.

- a) Baja Tensión

Cuadro General de Servicios Comunes

Será metálico con chapa de acero plegada de 2 mm. de espesor, sin rugosidades ni defectos de superficie totalmente lisa, tratada con tres manos de pintura antioxidante y terminación final con pintura al duco de color a determinar oportunamente por la Dirección Facultativa de la Obra.

El espacio necesario que determine el número de aparatos que deban montarse en este cuadro, exigirá unas dimensiones totales que se cubrirán mediante paneles de distribución que, unidos entre sí completan el espacio deseado.

El conjunto de la carpintería metálica descansará sobre una bancada de ladrillo macizo, nivelada de 15 cm. de altura fijándose éste al piso mediante anclajes metálicos recibidos al piso con espiga roscada y doble tuerca.

Simétricamente y en la zona ocupada por el cuadro en su interior, se practicará en el piso, un foso de 0,30 m. de ancho y 0,25 m. de profundidad., como mínimo, de longitud igual a la del cuadro, al cual acometerán todas las líneas de llegada y circuitos de salida.

Todos los paneles que forman la carpintería del cuadro estarán unidos eléctricamente y en uno de sus extremos se hará la conexión a la instalación de tierra independiente para éste que se construirá con cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección, canalizado con tubo de hierro galvanizado de 1 1/2" hasta llegar a los electrodos de toma de tierra.

El cuadro en su parte frontal deberá llevar tarjeteros de plástico, totalmente legibles y en general cuantos elementos informativos se estimen convenientes para facilitar la maniobra y conservación del mismo.

Los aparatos de accionamiento y protección de la instalación de un mismo servicio, se agruparán en un mismo panel o en los que por su superficie el conjunto de paneles del cuadro quede zonificado su correspondencia en los servicios a instalar.



Barras Generales

Serán de cobre electrolítico, de dimensiones normalizadas, totalmente estañadas y finalmente pintadas con esmalte sintético con los colores clásicos del Código Internacional para B.T.

La sustentación de estas barras se hará mediante soportes aislantes, compactos para 600 V. de tensión de servicio.

Toda la tornillería a emplear, tanto en empalmes como en derivaciones, será de latón, como rosca total, doble tuerca, y arandela del mismo material y arandela grower en cada conjunto.

Como aislamiento del embarrado se aplicará un tratamiento a base de aislante brillante para cobre, tipo MONGAY que deberá superar las siguientes pruebas:

- Aislamiento total aplicando 2000 V. durante 60 seg.
- Perforación a los 2.800 V.

Cableado

Las derivaciones de barras generales a los diferentes circuitos, deberán hacerse con pletina de cobre de dimensiones adecuadas a la intensidad permanente del circuito.

Cuando la carga sea inferior en un 50% de la intensidad admisible por las pletinas más pequeñas de fabricación normalizada, se utilizarán conductores de cable de cobre con aislamiento de PVC de 1000 V. con terminales de presión adecuadas en sus extremos de conexión.

Las conexiones para telemandos, control, señalización y medida, se harán debidamente cableadas y utilizando conductores de un mismo color para cada uno de los servicios reseñados al principio de este párrafo.

Todas las conexiones se harán mediante bornas CIAMA ó similar montadas en batería, con señalización o circuito, formando un cuerpo independiente de las instalaciones fijas del edificio. Así pues, la unión de líneas y circuitos que acometen al cuadro no podrán conectarse directamente a ningún aparato de éste, sino a través de su borna o clema de conexión que se dispondrá en la parte inferior del panel correspondiente.

Interruptores

Los interruptores de hasta 100 A. serán automáticos magnetotérmicos con capacidad de cortocircuito y protección térmica de acuerdo a indicaciones de proyecto.



Los interruptores mayores o iguales a 100 A. serán interruptores automáticos magnetotérmicos, sistema caja moldeada o similar, con capacidad de cortocircuito mínima de 25 KA y de 600 voltios de tensión nominal. Tendrán accionamiento frontal por palanca aislante e indicación de posición de "abierto" o "cerrado".

Interruptores diferenciales

El instalador suministrará, montará y pondrá a punto los interruptores con protección diferencial en número, calibrado y sensibilidad para la correcta protección de la instalación eléctrica, según se indica en los esquemas de los planos. La situación y características de la protección diferencial estarán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El calibre del aparato será igual o mayor que la intensidad máxima de arranque que pueda circular por la línea que protege.

La sensibilidad de los aparatos con protección diferencial estará en relación con la resistencia de tierra desde las masas conductoras con posibilidad de contactos indirectos y con el tipo de local por la fórmula siguiente:

$$I = \frac{U_{seguridad}}{R_{tierra}}$$

Siendo:

I = Sensibilidad en Vatios.

R_{tierra} = Resistencia máxima de tierra en Ohmios conseguida en la instalación medida desde el punto más desfavorable de la misma.

U_{seguridad} = Tensión de seguridad asignada en Voltios contra contactos indirectos humanos que será de 25 Voltios para locales húmedos o mojados y de 50 V para locales secos.

En toda la instalación en donde no se disponga de puesta a tierra, los interruptores de protección diferencial serán de alta sensibilidad (30 mA).

En casos especiales la resistencia de puesta a tierra y la sensibilidad será la que se exija, bien por normas o bien especificándolo en el proyecto.

Los interruptores serán diferenciales puros cuando exista en la secuencia de la línea protección contra sobrecargas y cortocircuitos, en otro caso serán diferenciales magnetotérmicos.



Se instalará siempre que sea posible esta última protección integral.

Si se separan la protección diferencial de las sobrecargas y cortocircuitos, los fusibles e interruptores automáticos magnetotérmicos que protegen al interruptor diferencial, deben colocarse delante de éste.

Siempre que la calidad de la marca esté a la altura de la presente especificación se montarán interruptores diferenciales puros magnetotérmicos-diferenciales, formando un cuerpo único a ser posible en material aislante del tipo caja moldeado.

Si el calibre de intensidad nominal supera a las existencias en el mercado, se instalará la protección diferencial con elementos separados a base de:

- Transformador toroidal.
- Relé diferencial de sensibilidad regulable y temporizador del disparo entre 0 y 1 segundo.
- Cortacircuitos de protección del mando.
- Bornas de conexión.
- Interruptor automático o contactor dotados de bobina a emisión de corriente.

Los interruptores o sistemas para protección diferencial cortarán todos los polos activos o no de la línea o circuito que protejan, es decir, que interrumpirán la fase o fases y el neutro.

Los interruptores diferenciales deben estar fabricados de acuerdo con la norma VDE 0660 u otra de exigencias análogas a juicio de la Dirección Facultativa.

Los interruptores para protección diferencial pura deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Los polos estarán separados por tabiques aislantes e irán equipados con contactos de aleaciones de plata de alta conductividad, llevarán además cámaras de corte que ocuparán la rápida extinción del arco.
- Estarán equipados con un mecanismo de enganche y desenganche brusco de maniobra independiente, cuya palanca permite identificar la posición del aparato (abierto-disparado-cerrado).
- Un disparador diferencial que provoca el disparo del interruptor en caso de una falta a tierra de intensidad igual o superior a la sensibilidad regulada en el aparato, actuando sobre la bobina de disparo con que irá equipado dicho interruptor.
- Pulsador de ensayo para comprobar el funcionamiento creando artificialmente una fuga que debe provocar el disparo.



- Los equipos de protección diferencial a partir de 100 A. irán preparados para disparadores shunt; además llevarán contactos auxiliares para señalización del disparo y para señalización del disparo diferencial.
- Los interruptores diferenciales magnetotérmicos irán equipados además de los instrumentos señalados para las diferenciales puras, con los siguientes:
- Un disparador magnetotérmico por polo protegido, regulable que asegure la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- La temporización del disparo podrá regularse en el margen desde 0 a 1,5 segundos.

Cortocircuitos

Deberán ser de alta capacidad de ruptura, empleando bases con capacidad mínima de 60 A. y cartuchos adecuados a la carga a soportar el circuito correspondiente.

Como parte del equipo se suministrará una empuñadura aislante para la maniobra bajo tensión de todos los cartuchos instalados.

Cuando por la variedad de cartuchos se precisen distintas empuñaduras se suministrará una para el montaje de cada uno de los tipos que deban acoplarse.

Contactores y Guardamotores

Serán de marcas de reconocida solvencia técnica y responderán a las características exigidas para cada tipo de servicio.

Deberán admitir como mínimo una frecuencia de conexión de 30 conexiones a la hora y los relés térmicos corresponderán a la intensidad del motor a proteger.

Tanto los contactores como los guardamotores irán dotados de un contacto auxiliar conmutado, además de los normales que el fabricante incluye en sus aparatos y un pulsador de rearme para los guardamotores.

En los conmutadores de estrella-triángulo se tendrá en cuenta que el relé térmico adecuado corresponderá a lo que resulte de dividir la intensidad nominal del motor entre $3^{1/2}$.

El relé de tiempo será temporizado con regulación entre 4 a 2 segundos.



Conductores

Serán de cobre electrolítico, salvo indicación expresa en presupuesto para los de aluminio, con aislamiento de dos capas, una directamente sobre el conductor de polietileno y la otra de policloruro de vinilo.

El conductor será rígido hasta 4 mm² incluyéndose cableado con 7 venas hasta 35 mm² pasando a 19 venas los de secciones mayores.

Para los conductores auxiliares de conexión de tierra no podrán emplearse los de aislamiento de una sola capa.

En general, responderán a las normas contenidas en la Instrucción ITC-BT 19.

Canalizaciones PVC semirrígidas

En el empleo de estas canalizaciones se observarán las siguientes indicaciones.

Se cuidará de que las curvas sean lo suficientemente amplias, para que en las mismas la sección del tubo no pierda su circularidad ni en su superficie aparezcan grietas o fisuras.

Cuando la canalización discurra entre el forjado y el falso techo no se admitirá otro tipo de fijación que grapas de material aislante, con clavo split o similar, distanciadas entre sí 0,5 cm. como máximo, tensando la canalización entre grapa y grapa para que no haga combas.

No se permitirá el empleo de estas canalizaciones en pasos por el piso, ni en las zonas húmedas o sometidas a altas temperaturas.

En general, se seguirán las normas contenidas en la Instrucción ITC-BT-21 e ITC-BT-22.

Todas las canalizaciones irán ocultas, salvo aquellas que expresamente se indiquen en los planos o sean modificadas por la dirección técnica en obra. Las canalizaciones ocultas irán montadas sobre soportería adecuada a las mismas cuando discurran por cámaras y con grapas galvanizadas cuando vayan empotradas. Los registros para maniobra de cables se atenderán a lo expuesto en el punto E.5.1.6 de este documento.

Canalizaciones de acero

Los tubos de acero a emplear en estas canalizaciones estarán tratados químicamente para su posterior galvanizado.



Serán con roscas en ambos extremos y los gruesos de paredes oscilarán entre 2,65 mm y los 4,05 en los 48 mm de diámetro.

En los empalmes de estos tubos, una vez roscados, se limarán por su interior todas las aristas para evitar cortes o roces de los conductores, e igualmente, deberá hacerse con los extremos que entren en las cajas.

La separación entre dos registros no será nunca superior a 6 m.

Para las curvas sólo se autorizarán la utilización de las procedentes del mismo fabricante y en los casos particulares de acoplamiento en su instalación se emplearán máquinas especiales para el curvado sin deterioros ni abolladuras.

Se instalarán en montaje saliente siempre que queden ocultos por falsos techos desmontables o su zona de instalación sea industrial o de servicios, fijándose mediante tiros Split o similar, con abrazaderas, y sólo se permitirá su empotramiento en los suelos y en las bajantes o techos fijos de las zonas nobles.

La distancia máxima entre abrazaderas será de 0,8 m. y la fijación de éstas se realizará mediante impulsores con clavos de acero de cabeza roscada, no admitiéndose en ningún caso el uso de tacos de madera o plástico. En general se seguirán las normas contenidas en la Instrucción ITC-BT-21 e ITC-BT-22.

Todas las canalizaciones irán ocultas, salvo aquellas que expresamente se indiquen en los planos o sean modificadas por la dirección técnica en obra. Las canalizaciones ocultas irán montadas sobre soportería adecuada a las mismas cuando discurren por cámaras y con grapas galvanizadas cuando vayan empotradas. Los registros para maniobra de cables se atenderán a lo expuesto en el punto E.5.1.6 de este documento.

Canalizaciones en PVC blindadas

Estos tubos de cloruro de polivinilo rígido, mantienen las mismas condiciones de instalación y seguridad que los de acero, pero su uso obligado se impone en aquellos montajes en locales húmedos o corrosivos.

Como características fundamentales deberá tener 1,95 mm de pared mínima en los de \varnothing 11 mm y 3,90 mm en los de \varnothing 48 mm.

En los empalmes se utilizarán manguitos roscados y las curvas de no emplearse las de 90°C de fabricación normal, deberán quedar sin arrugas o perforaciones y con un desarrollo o radio suficiente para el fácil acceso posterior de los conductores.

Se instalarán en montaje saliente siempre que queden ocultos por falsos techos desmontables o su zona de instalación sea industrial o de servicios, fijándose mediante



tiros Split o similar, con abrazaderas, y sólo se permitirá su empotramiento en los suelos y en las bajantes o techos fijos de las zonas nobles.

La separación entre dos registros contiguos no será nunca superior a 6 m.

La distancia máxima entre abrazaderas será de 0,8 m. y la fijación de éstas se realizará mediante impulsores con clavos de acero de cabeza roscada, no admitiéndose, en ningún caso, el uso de tacos de madera o plástico.

En general, se seguirán las normas contenidas en la Instrucción ITC-BT-21 e ITC-BT-22.

Registros

Se emplearán cajas de registro de dimensiones adecuadas al número de tubos que acometan e igualmente proporcional a los conductores por alojar, de forma tal que su inspección o manipulación se efectúe con holgura y sin temor a perturbaciones en la conexión de los conductores.

Se recomienda el empleo de cajas de chapa plegada galvanizada o cromatadas para pequeños registros y armarios con puerta abatible cuando las dimensiones de éstos excedan de las cajas normalizadas.

En las partes de instalación en que sea preceptiva la hermeticidad, las cajas deberán ser de fundición ligera o de material antichoque, con junta de goma en la tapa, que se fijarán mediante tornillos inoxidables e imperdibles.

Como norma general se dispondrá de una caja de registro por cada 15 m. de longitud equivalente de conductor. Se considerará a este efecto que un codo a 90° equivaldrá a 3 m. de longitud.

Cables especiales

En el montaje de cables con aislamiento de policloruro de vinilo, polietileno reticulado, goma butílica, etc. para tensiones de servicio de hasta 1.000 V. se observarán las siguientes condiciones:

Radio mínimo de curvatura:

En el montaje de estos cables el radio mínimo de curvatura en los ángulos o cambios de sentido en su trazado equivaldrá a:

- 10 veces el \varnothing exterior del cable en los unipolares.



- 5 veces el \varnothing exterior cuando este sea menor de 2,5 mm. de diámetro.
- 6 veces el \varnothing exterior cuando este sea de 25 a 50 mm. de diámetro.
- 7 veces el \varnothing exterior cuando este sea superior a 50 mm. de diámetro.

Las tres posiciones últimas se refieren a cables multipolares y para los protegidos con armaduras magnéticas el radio mínimo de curvatura será 10 veces el diámetro exterior del cable.

En general, responderán a las normas contenidas en la Instrucción ITC-BT-19.

Prueba del aislamiento de líneas.

En todas las líneas de alimentación a cuadros y motores eléctricos se realizarán las siguientes pruebas de aislamiento:

- Abrir interruptor en origen de línea.
- Abrir interruptor de llegada de línea (si se trata de un motor se desembornará).
- En los polos de salida del interruptor en origen (que se encuentra abierto) se realizará con un Megger la medición del aislamiento entre todas las fases y tierra y entre el neutro y tierra.
- Si alguna de las medidas no diera "infinito" de resistencia se procederá a la revisión de la línea y localización del punto defectuoso.
- Si ocurriera el caso anterior (4º) se repetirá la prueba una vez corregido el defecto.

Montaje de conductores sobre bandejas perforadas

En el trazado sobre bandejas metálicas adosadas mediante garras o bridas a las paredes o colgadas de techos, los cables se sujetarán a estas por medio de grapas aislantes, atornilladas o abrazadas a la propia bandeja, separadas entre sí una distancia igual al diámetro de uno de ellos como mínimo, con el fin de que el aire pueda circular libremente entre los cables.

Cuadros secundarios de distribución

Serán metálicos, tipo armario, con puerta frontal transparente articulada y cerradura con laterales de persianas para ventilación cuando el montaje sea de superficie o practicadas estas en la puerta frontal en los casos de cuadros empotrados.

Estarán contruidos en chapa de acero de 1 mm mínimo de espesor, tratado químicamente para eliminar grasas o impurezas y dejarla limpia para aplicar tres manos de pintura al duco. Las bisagras quedarán ocultas así como toda la tornillería de montaje del propio cuadro, o de los aparatos a montar en él.



Dispondrán de los elementos de protección y accionamiento que se determinan en los esquemas de los planos de distribución eléctrica.

Los tipos y marcas quedan especificados en los correspondientes apartados del presupuesto.

En cada cuadro secundario se realizará la siguiente prueba de aislamiento:

- Abrir interruptor general del cuadro.
- Cerrar todos los interruptores de salida.
- Con ohmiómetro se medirá la resistencia entre cada fase y tierra y neutro y tierra.
- Si alguna de las dos medidas no diera "infinita" se irán abriendo interruptores de salida hasta que se localice la línea o líneas con falta de aislamiento, para su posterior revisión y corrección del punto defectuoso.
- Si ocurriera el caso anterior se repetirá la prueba una vez corregido el defecto.

Distribución eléctrica

Todos los mecanismos a emplear serán del tipo de empotrar de 15 A. y 250 V. salvo en los casos en que se indique otra cosa, color según lo indicado en presupuesto, contactos de plata en versión recambiable, con cajas de mecanismos adecuadas al tipo de mecanismo elegido.

La altura de los interruptores será a 0,90 m. del suelo, los enchufes a 0,30 m. y las cajas de registro a 0,25 m. del techo.

En ningún caso se utilizarán las cajas de mecanismos para fijación de aparatos, como registros de paso de conductores que no sean los que deben conectarse al aparato en cuestión.

En las habitaciones, para derivaciones a puntos de luz y enchufes, el trazado de las canalizaciones nunca será en sentido diagonal, sino en forma horizontal o vertical, con el fin de que por referencia con las cajas de registro o mecanismos sea fácil su localización para evitar la coincidencia en caso de manipulación en los tabiques por donde discurra la instalación.

Las canalizaciones empotradas en falsos techos de escayola o sistema similar, quedarán firmemente sujetas al techo y en los empalmes de los tubos se asegurará que los manguitos queden unidos a ambos extremos de éstos.

En los empalmes y derivaciones en el interior de las cajas de registro no se permitirá el uso de cinta aislante de cualquier tipo, sino exclusivamente bornas de conexión adecuadas a las secciones de los conductores que deban conectarse o conectores tipo dedal.



Tampoco se permite hacer empalmes de conductores en el interior de las canalizaciones.

Los conductores destinados a distribución de la red de tierra, serán siempre de color doble amarillo y verde distinto totalmente de los empleados para los hilos activos de la instalación.

Pozos de tierra

Serán de 2,50 m. de profundidad y 1,00 m. de diámetro, si el electrodo a emplear es de placa, caso de utilizar picas puede reducirse a 0,60 m. su diámetro.

Si el terreno no ofrece buena conductividad, se practicarán tres pozos, formando entre sí un conjunto triangular cuyo lado no será inferior a los 2 m para unir ambos al cable de descarga común.

No obstante y para mejorar en cualquier caso el terreno próximo a la superficie de descarga del electrodo, se empleará una mezcla de sal común y carbón vegetal que formarán capas alternas con las del terreno en el empotramiento total del electrodo.

A dos metros del eje de simetría del pozo, se montará una arqueta metálica de fundición o fábrica de ladrillo que unida a un tubo de gres o fibrocemento de \varnothing 6 cm. con pendiente de 45° aprox., llegará hasta quedar su extremo del tubo a 15 cm. de una de las caras o superficies del electrodo, que servirá para el riego periódico de la instalación, especialmente en la época de verano.

Los pozos que coinciden su instalación en interior del edificio o aceras, estarán cubiertos en su superficie a nivel del piso, por tapas de hormigón visitables, de tal forma que en caso de reposición del electrodo sólo sea necesario levantar la tapa para encontrarse con el terreno que lo cubre.

Picas

Estarán constituidas por jabalinas cilíndricas con alma de acero estirado en frío y una gruesa capa de cobre totalmente lisa.

Las dimensiones de estas quedarán comprendidas entre 2000 y 2500 mm de longitud y los 14 y 21 mm de diámetro exterior.

Para la unión del cable de descarga con la pica, se emplearán soldaduras de aluminio térmicas adecuadas a las secciones de cable y diámetro de la jabalina.



Verticales

Comprenderá la línea general de la cual se derivará a los circuitos secundarios de unión a máquinas, cuadros, etc.

El cable a emplear será de cobre de las dimensiones que en cada tipo de instalación de este proyecto queden determinadas.

La canalización de esta línea será de diámetro suficiente para permitir la reposición del conducto en cualquier momento que se precise, sin necesidad de abrir rozas ni reponer ni siquiera parte de la canalización empotrada. Para ello se instalarán cajas de registro adecuadas, con una separación máxima entre sí de 10 metros.

En su trazado se evitarán ángulos pronunciados y quedarán totalmente independientes de las instalaciones con tensión, a fin de evitar el posible contacto eléctrico entre ellos.

En la zona próxima a la unión con el electrodo y 3 m. antes de su enterramiento, se colocará un registro donde terminará la canalización habitualmente empleada en la instalación, para utilizar en este último tramo tubo de hierro galvanizado de diámetro mínimo equivalente a 1 1/2".

En el paramento próximo al pozo y coincidiendo con la bajada del cable, se hará la inscripción indicativa de la existencia de la toma de tierra y tipo de instalación a que corresponde.

Derivaciones

De la vertical y a través de un registro se realizará la derivación mediante cajas especiales de conexión de dimensiones adecuadas a las del conductor principal de más sección.

La conexión a la carcasa o bastidores de motores y máquinas, se hará mediante terminales a presión de latón y dimensiones adecuadas a la sección del conductor.

En los enchufes de fuerza y de alumbrado, así como en las armaduras de los aparatos de alumbrado, la conexión deberá hacerse a una borna auxiliar.

No se permitirá la continuidad de un circuito de tierra, a través de las partes metálicas de una máquina u otro elemento, sino que siempre existirá el conductor de cobre, del cual se harán las derivaciones que sean necesarias mediante bornas o clemas de conexión.



b) Alumbrado Interior

Iluminación

Comprende las instalaciones a realizar en el interior del edificio, de acuerdo con los planos de distribución de alumbrado que se acompañan y los diferentes aparatos previstos en la posición correspondiente del presupuesto.

Cuando los aparatos de iluminación a emplear sean similares a los tipos determinados en este proyecto, éstos deberán responder en todo a las características técnicas esenciales de los previstos como rendimiento luminoso, las mismas curvas de iluminación, estanqueidad, coeficiente de reflexión de los difusores, etc., debiendo presentar muestras para la prueba y ensayo de éstos por la Dirección Facultativa que dictaminará su aprobación o no sobre los aparatos propuestos.

Aparatos de montaje empotrado

Los aparatos a emplear estarán contruidos con chapa de acero esmaltada en color blanco por la parte interior del difusor y gris en la parte externa, debiendo llevar aberturas en sus caras frontales para el paso de los conductores. En el presupuesto quedan indicados los aparatos a instalar en cada caso.

En las líneas eléctricas y donde se adopte dicha disposición, los tubos deberán entrar en el aparato 10 mm como mínimo, colocando boquillas protectoras de plástico que eviten rozaduras en el aislamiento del conductor libre de la canalización para su conexión al aparato. Dicha conexión se efectuará a través de clemas de empalme fijadas al cuerpo del aparato.

Aparatos de superficie

En el montaje de estos aparatos se utilizarán clavos split con tuercas y arandela de goma que evite las vibraciones durante su funcionamiento. También se permitirá el empleo de tacos de madera o garras metálicas directamente recibidas en el techo o paramentos y sobre éstos fijar los aparatos con tornillos de dimensiones adecuadas, no olvidándose de las arandelas de goma como el caso anterior.

No se permitirá el uso de tacos de plástico, plomo o madera embutidos en el paramento o techo a presión.

Para la instalación eléctrica empotrada, en el centro geométrico de cada aparato se empotrará una caja de registro para derivación al aparato correspondiente, debiendo ir provista de tapa con salida de florón, que será la boquilla que penetre en la base del aparato, colocando en su extremo para protección de los conductos una boquilla de plástico o goma.



En el caso de aparatos suspendidos del techo, la derivación de la línea eléctrica al aparato deberá hacerse en la misma forma que en el párrafo anterior pero utilizando tubo de 13 mm y cable de 2,5 mm² para acometer a los aparatos, desde caja florón.

c) Alumbrado de Emergencia.

Conexión automática

Con el fin de dotar al edificio de una iluminación tenue que garantice la visibilidad en la oscuridad, de forma instantánea al faltar la energía de la red principal del edificio, se instalarán puntos de luz automáticos de emergencia, con equipos de batería y rectificador incorporado.

Protecciones

En cada planta o zona en el cuadro de alumbrado correspondiente, se colocará una salida con un automático y juego de bornas para protección y derivación respectivamente del circuito de planta. El automático será calibrado para la intensidad nominal de servicio incrementado en un 20% más de tolerancia, siendo la máxima intensidad de 10 A.

Red de distribución

Estas instalaciones se efectuarán con canalización independiente de las del resto del edificio, como igualmente las cajas de registro estarán separadas de las restantes de otros servicios.

Las conexiones de los conductores en el interior de las cajas de registro, se efectuarán con bornas previstas de elementos metálicos robustos que garanticen una perfecta unión entre los conductores a conectar.

Cada línea de distribución no podrá alimentar más de doce puntos de luz.

Si en una dependencia existiese más de un aparato de alumbrado de emergencia, éstos deberán ser alimentados como mínimo por dos circuitos independientes aunque su número sea inferior a doce.

Los conductores a emplear serán de cobre electrolítico con aislamiento de plástico, doble capa, para tensión de 750 V. y las canalizaciones de tubo Fergondur o acero con dimensiones de ambos, según las características que se indican en los planos de distribución de este proyecto.

Aparatos de iluminación

Serán los indicados en los planos de distribución, de las características que se detallan en el capítulo correspondiente del presupuesto.



1.4.6. Ensayos.

a) Ensayos de Fábrica.

La Dirección Técnica de Obra será autorizada a realizar todas las visitas de inspección que estime necesarias a las fábricas donde se están realizando los trabajos relacionados con esta instalación.

En el curso de estas visitas se la facultará para presenciar las pruebas y ensayos propios en cada caso, que estime conveniente, a fin de comprobar la bondad de la calidad de estos trabajos.

El instalador incluirá en precios unitarios en su oferta los importes derivados de pruebas y ensayos que sean necesarios efectuar en los Organismos Oficiales.

b) Ensayos parciales en obra.

Todas las instalaciones deberán ser probadas ante la Dirección Técnica de Obra, con anterioridad a ser cubiertas por paredes, falsos techos, aislamientos, etc.

c) Ensayos y prueba de materiales

Se realizarán tres tipos de pruebas:

Prueba de rutina de materiales

Tendrá por objeto comprobar la calidad de los materiales que integran el conjunto de la instalación, de los que a continuación resaltamos los que por su mayor interés merecen especificación individual.

Conductores

La prueba de aislamiento se efectuará también en forma que como mínimo, la resistencia de éste sea la equivalente a 1.000 ohmios por voltio de tensión de servicio, según lo exigido en el artículo 28 del vigente Reglamento de Baja Tensión.

Aparatos de medida

Se efectuará la prueba de tiempo servicio a plena carga, no debiéndose quedar deteriorado después de estar funcionando dos horas en las condiciones siguientes: los amperímetros y voltímetros con la corriente o tensión nominal respectivamente, al máximo de la escala.

La influencia de la temperatura y frecuencia se comprobará al aplicar a los aparatos un cambio de 10°C ó de 10% de la frecuencia, no debiendo pasar la variación de las indicaciones del límite del error que define la clase del aparato.



Lámparas fluorescentes

De cada lote se tomarán cinco lámparas para realizar la prueba de color, rendimiento luminoso y uniformidad de iluminación, no admitiéndose a este respecto cualquier tubo que en su funcionamiento normal produzca fluctuaciones de luz.

Cuando parte o la totalidad de las cinco lámparas sometidas a ensayos no cumplan satisfactoriamente con las pruebas antes citadas, se rechazará el lote de donde fueron extraídas las muestras.

Reactancias

Independientemente a las pruebas de los materiales anteriores, la Dirección Técnica de Obra efectuará las pruebas similares del resto de los materiales de instalación, a fin de comprobar que cada uno de ellos reúna las características técnicas adecuadas que se incluyen en el apartado correspondiente de estas especificaciones.

Estas pruebas son de rutina, de tipo estadístico, en la cual la Dirección Técnica de Obra queda facultada para rechazar el lote de los objetos al que pertenezca el que tuvo el fallo.

Prueba de recepción

Finalmente, en el acto de recepción, se efectuarán pruebas del conjunto de las instalaciones. Tendrán por objeto comprobar el rendimiento de la instalación. Independientemente de las exigidas por la delegación de Industria, se probarán los siguientes extremos:

- Regulación de los relés de máxima de los limitadores de corriente.
- Disparo y regulación de todos los protectores del edificio.
- Regulación de los relés de tiempo de 1 ms arrancadores automáticos estrella-triángulo.
- Comprobación de todos los circuitos que componen la instalación.
- Medida de la resistencia de cada toma de tierra.

1.4.7. Garantías.

El instalador garantizará que todos los materiales utilizados en la ejecución de las instalaciones, son nuevos y libres de defectos.

Deberá garantizar todos los materiales y mano de obra suministrados por un período de un año, a partir de la fecha de recepción definitiva de las instalaciones y se comprometerá durante este período a reemplazar libre de costo alguno para la Propiedad, cualquier material que resultase defectuoso.



2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y DE TRANSFORMACIÓN.

2.1. Memoria

2.1.1. *Objeto del proyecto.*

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de un Centro de Seccionamiento y Transformación de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión a un edificio de nueva construcción destinado a Piscinas Cubiertas y Balneario en la C/Aguedas N° 4 de de Collado Villalba.

2.1.2. *Normativa y reglamentación*

Para la elaboración de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normativas:

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas Particulares de la compañía distribuidora.
- Normas de las autoridades locales.

2.1.3. *Características generales del centro de transformación y seccionamiento.*

El centro de seccionamiento y transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62.271.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de 20 kV.

Las características de los centros serán las siguientes:

- CENTRO DE SECCIONAMIENTO (Compañía Distribuidora)

Las celdas a emplear en el Centro de Seccionamiento serán de la serie RM6 de Merlin Gerin, un conjunto de celdas compactas equipadas con apartamento de alta tensión, bajo envolvente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible de hasta 24 kV.



Las celdas RM6 cumplen con las siguientes normativas:

- IEC: 60694, 60298, 60265, 62271-102, 62271-105, 62271, 60255.
- UNE-EN 60298, recomendación UNESA RU 6407B.

Todas las características de estas celdas se pueden consultar en el Anexo 2 del presente proyecto.

- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO.

Las celdas a emplear para el Centro de Transformación serán de la serie SM6 de Merlin Gerin, celdas modulares equipadas con aparamenta fija, bajo envolvente metálica, que utiliza el hexafluoruro de azufre (SF6) como aislante y agente de corte.

Las celdas SM6 cumplen con las siguientes normativas:

- Normas internacionales: IEC 60298, 62271-102, 60265, 62271, 60694, 62271-105.
- Normas españolas: UNE-EN 60298, IEC 62271-102, 60265-1, 60694, 62271-100.

Todas las características de estas celdas se pueden consultar en el Anexo 3 del presente proyecto.

2.1.4. Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.

El presente proyecto se refiere a la alimentación de un Balneario cuyo potencia se ha previsto en 377.15 kW desde una tensión de suministro de red de 20.000 V.

2.1.5. Descripción de la instalación.

2.1.5.1. Obra civil.

- Local.

- CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El centro de seccionamiento estará en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo ECS-24 de Merlin Gerin que consiste en una envolvente de armado con una resistencia característica superior a 250 kg/cm². La propia armadura de mallazo electrosoldado garantiza la perfecta equipotencialidad del conjunto. El techo está estudiado de forma que impide filtraciones y la acumulación de agua.

La puerta de acceso tiene dos hojas simétricas y se pueden abatir 180°, pudiendo mantenerlas en las posiciones 90° y 180° con un retenedor metálico. Una rejilla de aireación está situada sobre una de las hojas de la puerta.



Imagen 8. Caseta prefabricada de hormigón tipo ECS-24.

El acceso al Centro estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica suministradora.

- **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

El centro de transformación objeto de este proyecto estará ubicado en el interior de un edificio destinado a otros usos, en la Planta Baja tal y como muestra el plano PBTS_17_1.

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes y transformadores de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones del local, accesos, así como la ubicación de las celdas se indican en los planos correspondientes.

- **Características del local**

- **CENTRO DE SECCIONAMIENTO**

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo ECS de Merlin Gerin y estará situado en planta calle donde indica el plano PBTS_16_1.

Todas las características del centro prefabricado de hormigón se pueden consultar en el Anexo 3 Edif. Prefab. C.Seccionamiento.pdf del presente proyecto.

Sus características más relevantes en cuanto a características del local son:



Concepto	Valor
Grado de protección	IP23D
Protección contra daños mecánicos	IK10
Longitud	2.000 mm.
Ancho	1.243 mm.
Altura	2.147 mm.
Peso en vacío	3.050 kg.

Tabla 7. Características del local del centro de Seccionamiento.

- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C. T. de Abonado.

Acceso de personas: estará restringido al personal de la Cía. Eléctrica y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán como mínimo 2.10 m. de altura y 0.90 m. de anchura.

Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberán permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2.30 m. de altura y de 1.40 m. de anchura.

Paso de cables A. T.: para el paso de cables de A. T. (acometida a las celdas de llegada y salida) se preverá una bancada de obra civil de dimensiones adecuadas, cuyo trazado figura en los planos correspondientes.

La bancada deberá tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las celdas y sus dimensiones en la zona de celdas serán las siguientes: una anchura libre de 600 mm en celdas SM6, y una altura que permita darles la correcta curvatura a los cables. Se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF6 (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.

Fuera de las celdas, la bancada irá recubierta por tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituido por perfiles recibidos en el piso.

Acceso a transformadores: una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.



Piso: se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del C.T. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

Ventilación: se dispondrán rejillas de ventilación a fin de refrigerar el transformador por convención natural. La superficie de ventilación está indicada en el capítulo de Cálculos.

El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

2.1.5.2. Instalación Eléctrica.

➤ Características de la Red de Alimentación.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

➤ Características de la Aparamenta de Alta Tensión.

• CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

El centro de seccionamiento albergará celdas RM6, cuyas características generales eléctricas son:

Concepto	Valor
Tensión asignada(Un) Aislamiento	24 kV.
Aislamiento a frecuencia industrial, 1 minuto	50 kV ef.
Aislamiento a impulso tipo rayo	125 kV Cresta.
Intensidad asignada en funciones de línea	400 A.

Tabla 8.Características generales eléctricas de las celdas SM6.

El resto de características, tanto de fabricación como eléctricas se pueden consultar en las hojas del catálogo del fabricante que se adjuntan en el Anexo 4.Celdas RM6.pdf del presente proyecto.

El centro de seccionamiento albergará tres celdas, que serán de ENTRADA, SALIDA Y PROTECCIÓN respectivamente, siendo una configuración 2IQ según el fabricante (2 funciones de línea y 1 función de Interruptor-fusible).

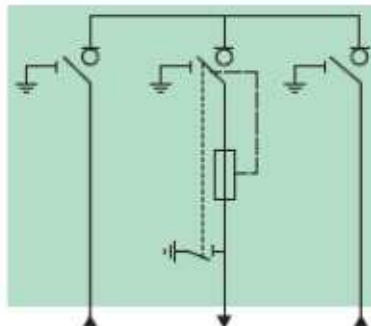


Imagen 9. Esquema 2IQ del Centro de Seccionamiento.

Conjunto compacto estanco RM6 en atmósfera de hexafluoruro de azufre, 24 KV tensión nominal, para una intensidad nominal de 400 A las funciones de línea y de 200 A en las de protección.

- **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

El centro de transformación que se aloja en la planta sótano del edificio albergará celdas SM6, cuyas características eléctricas generales son:

Concepto	Valor
Tensión asignada (Un) Aislamiento	24 kV.
Aislamiento a frecuencia industrial, 1 minuto	50 kV ef.
Aislamiento a impulso tipo rayo	125 kV Cresta.
Intensidad asignada en funciones de línea	400 A.

Tabla 9. Características generales eléctricas de las celdas SM6.

El resto de características tanto eléctricas como de fabricación se pueden consultar en las hojas de catálogo que se adjuntan en el Anexo 5. Celdas SM6.pdf del presente proyecto.

El centro de transformación albergará un total de 3 celdas SM6, celdas de REMONTE, PROTECCIÓN Y MEDIDA respectivamente. Las cuales se definen a continuación:



✓ Celda de Remonte.

Celda Merlin Gerin de cables gama SM6, modelo GAM (500mm) remonte de cables con seccionador de puesta a tierra, que contiene:

- Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre.
- Mando CC manual independiente.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Juego de barras tripolar.
- Embarrado interior.
- Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección inferior o igual a 240 mm².

✓ Celda de Protección.

Celda Merlin Gerin de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo QM (375mm), conteniendo:

- Interruptor seccionador (SF6) de 400 A.
- Seccionador de puesta a tierra superior con poder de cierre (SF6).
- Juego de barras tripolar (400 A).
- Mando CII manual.
- Timonería para disparo por fusión de fusibles.
- Preparada para 3 fusibles normas DIN.
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.

✓ Celda de Medida.

Celda Merlin Gerin de medida de tensión e intensidad con entrada inferior lateral por barras y salida inferior lateral por cables gama SM6, modelo GBC-2C (750 mm) conteniendo:

- Bornes de conexión para entrada y salida por cable seco unipolar de sección inferior o igual a 150 mm².
- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24 KV y 16 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda por barras y salida lateral superior derecha.
- 3 Transformadores de intensidad.
- 3 Transformadores de tensión.



- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Será un transformador seco modelo TRIHAL 630 kVA-20/0.42 kV acorde con las siguientes características:

Concepto	Valor
Potencia Nominal	630 kVA
Tensión nominal primaria	20.000 V.
Regulación en el primario	+/- 10%
Tensión nominal secundaria en vacío	420 V.
Tensión de cortocircuito	6%.
Grupo de conexión	Dyn11
Nivel de aislamiento	
Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s	125 kV.
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min	50 kV.

Tabla 10. Características generales eléctricas de las celdas SM6.

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco HEPRZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RZ1-K, aislamiento 0.6/1 kV, de 2x240 mm² Cu para las fases y de 1x240 mm² Cu para el neutro.

2.1.5.3. Características del material de Alta Tensión.

➤ Embarrado General Celdas RM6.

El embarrado general de los conjuntos compactos RM6 se construye con barras cilíndricas de cobre semiduro (F20) de 16 mm de diámetro.

➤ Aisladores de paso celdas RM6.

Son los pasatapas para la conexión de los cables aislados de alta tensión procedentes del exterior. Cumplen la norma UNESA 5205A y serán de tipo roscado para las funciones de línea y enchufables para las de protección.



- Embarrado general celdas SM6.

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

- Piezas de conexión celdas SM6.

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza Allen de M8. El par de apriete será de 2.8 mda.N.

2.1.5.4. Línea de media tensión entre el centro de seccionamiento y el centro de transformación.

- Características y descripción del conductor.

Los conductores a emplear en la línea de media tensión serán del tipo HEPRZ1 de tensión nominal U_0/U de 12/20 kV, siendo U_0 la tensión simple y U la correspondiente a la tensión compuesta, con conductores de sección circular de aluminio y aislamiento seco extruido tipo HEPR. La sección de cable adoptada, es 1x95 mm² por fase.

- Intensidad máxima.

La intensidad máxima admisible, en servicio permanente, y corriente alterna, con instalación enterrada es de 260 A a 25° C de temperatura en el terreno, resistividad térmica del terreno de 1 Km/W.

- Intensidad de cortocircuito.

La intensidad máxima en el conductor elegido durante un cortocircuito es:

Duración del cortocircuito	I_{cc} máxima
0,5 segundos	12,5 kA
1 segundo	8,80 kA

Tabla 11. Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor

Esta intensidad ha sido calculada tal y como se indica en el apartado de cálculos del presente proyecto y con las siguientes hipótesis:

- Fenómeno de duración limitada.
- La temperatura antes del cortocircuito es la máxima admisible con régimen permanente.
- La temperatura al final del cortocircuito es la máxima admisible por el aislamiento para este régimen.

➤ Características del conductor.

Concepto	Valor
Sección del Conductor	1x95 mm ² - Aluminio
Sección de la Pantalla	16 mm ²
Designación UNE	HEPRZ1
Aislamiento	HEPR
Diámetro Exterior	27,1 mm
Peso Neto aproximado	1.097,4 kg/km
Radio mínimo de Curvatura	400 mm
Resistencia óhmica a 20° C	0,320 Ohmio/km
Capacidad	0,288 µF/km
Reactancia a 50 Hz	0,116 Ohmio/km
Tensión simple	12 kV
Tensión compuesta	20 kV

Tabla 12. Características del conductor.

2.1.5.5. Medida de la Energía Eléctrica.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-773T/AT-ID de dimensiones 750mm de alto x 750mm de ancho y 300mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 0.5 con medida:
 - activa: bidireccional
 - reactiva: dos cuadrantes
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado.
- Registro de curvas de carga horaria y cuarto horaria.
- Modem para comunicación remota.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.



- Equipos de protección necesarios.

El Contador – Registrador será acorde al RPM e ITC'S vigentes según la clasificación del punto de medida.

2.1.5.6. *Puesta a tierra.*

➤ Tierra de Protección.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, tal y como indica MIE RAT 13. Se conectarán al sistema de tierras de protección:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envoltentes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales (ver apartado 7.4)
- Las vallas y cercas metálicas.
- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las carcasas de transformadores, generadores, motores, y otras máquinas.
- Hilos de guarda o cables de tierra de las líneas aéreas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Esta instalación se realizará tanto en el centro de seccionamiento como en el de transformación.



➤ Tierra de Servicio.

Tal y como indica la norma MIE RAT 13 se conectarán a tierra:

- Los neutros de los transformadores, que lo precisen en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

➤ Característica de puesta a tierra.

La tierra de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.



2.1.5.7. Instalaciones Secundarias.

➤ Alumbrado.

En el interior de los centros se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

➤ Ventilación.

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

Potencia del transformador	Superficie de la rejilla
63 kVA	0.8

Tabla 13. Superficie de la rejilla de ventilación.

Los cálculos de sección de la superficie mínima de la rejilla se encuentran en el apartado de cálculos de este proyecto.



➤ Medidas de Seguridad.

Seguridad en Celdas RM6.

Los conjuntos compactos RM6 estarán provistos de enclavamientos de tipo MECÁNICO que relacionan entre sí los elementos que la componen.

El sistema de funcionamiento del interruptor con tres posiciones, impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

En su posición cerrada se bloqueará la introducción de la palanca de accionamiento en el eje de la maniobra para la puesta a tierra, siendo asimismo bloqueables por candado todos los ejes de accionamiento.

Un dispositivo anti-reflex impedirá toda tentativa de reapertura inmediata de un interruptor.

Asimismo es de destacar que la posición de puesta a tierra será visible, así como la instalación de dispositivos para la indicación de presencia de tensión.

El compartimento de fusibles, totalmente estanco, será inaccesible mediante bloqueo mecánico en la posición de interruptor cerrado, siendo posible su apertura únicamente cuando éste se sitúe en la posición de puesta a tierra y, en este caso, gracias a su metalización exterior, estará colocado a tierra todo el compartimento, garantizándose así la total ausencia de tensión cuando sea accesible.

Seguridad en Celdas SM6.

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE 20.099, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

- Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

2.2. Cálculos justificativos.

Según el Reglamento sobre Condiciones Técnicas de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, en su artículo tres, esta instalación queda dentro de la tercera categoría de dicho reglamento, con tensiones nominales entre 30 y 1 kV, y las tensiones normalizadas para instalaciones de esta categoría son:

Tensión nominal de la red en kV.	Tensión más elevada para el material en kV.
3	3,6
6	7,2
10	12
15	17,5
20	24
30	36

Tabla 14. Equivalencias entre tensión nominal y del material.

De esta manera el material empleado en la instalación a estudio debe soportar hasta 24 kV.

2.2.1. *Intensidad de alta tensión.*

En un sistema trifásico la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \times U}$$



Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA = 630 kVA

U = Tensión compuesta primaria en kV = 20kV

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$I_p = \frac{630}{\sqrt{3} \times 20} = 18,19 \text{ A}$$

Finalmente la intensidad primaria I_p en Amperios resulta de **18,19 A**.

2.2.2. Intensidad de baja tensión.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \times U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA = 630 kVA.

W_{fe}^1 = Perdidas en el hierro en kW = 1,650 kW.

W_{cu}^2 = Perdidas en los arrollamientos en kW = 7,800 kW.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kV = 0,4 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

¹ Las perdidas en el Hierro vienen dadas por el fabricante como resultado de los ensayos en el transformador trabajando al vacío.

² Las perdidas en el Cobre vienen dadas por el fabricante como resultado de los ensayos en el transformador trabajando en carga.



Sustituyendo los valores se obtiene:

$$I_s = \frac{630 - 1,650 - 7,800}{\sqrt{3} \times 0,4} = 895,69A$$

Finalmente la Intensidad Secundaria I_s en Amperios resulta de **895,69 A**.

2.2.3. Cortocircuitos

2.2.3.1. Observaciones

Para el cálculo de los parámetros de cortocircuito es necesario el valor de la potencia de cortocircuito de la red, la cual debe ser comunicada por la compañía suministradora, este valor es de 350 MVA.

2.2.3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.

➤ Cortocircuito en el lado de alta tensión.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito en el lado de alta tensión se utilizará la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U}$$

Siendo:

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA = 350 MVA.

U = Tensión primaria en kV = 20 kV.

Sustituyendo los valores del caso a estudio resulta:

$$I_{ccp} = \frac{350}{\sqrt{3} \times 20} = 10,1 \text{ kA}$$

Finalmente la Intensidad de cortocircuito primaria I_{ccp} en kiloamperios resulta de **10,1 kA**.



➤ Cortocircuito en el lado de baja tensión.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito en el lado de baja tensión se utilizará la siguiente expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \times \frac{U_{cc}}{100} \times U_s}$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia del transformador en kVA = 630 kVA.

U_{cc}^3 = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador = 6 %.

U_s = Tensión secundaria en carga en V = 400 V.

I_{ccs} = Intensidad de de cortocircuito secundaria en kA

Sustituyendo los valores del caso a estudio resulta:

$$I_{ccs} = \frac{630}{\sqrt{3} \times \frac{6}{100} \times 0,4} = 15,16 \text{ kA}$$

Finalmente la Intensidad de cortocircuito primaria I_{ccs} en kiloamperios resulta de **15,16 kA**.

2.2.4. *Dimensionado del embarrado.*

Para el lado de alta tensión se han seleccionado celdas RM6 y para el lado de baja tensión celdas SM6, ambas se analizarán paralelamente en los siguientes apartados.

➤ Celdas RM6.

Embarrado formado por tramos en forma omega de 390 mm de longitud de barra cilíndrica de cobre semiduro F20.

La separación entre las barras y entre aisladores en un conjunto compacto (separación entre fases) es de 70 mm.

³ La tensión porcentual del transformador se extrae de las características dadas por el fabricante.



Características del embarrado:

Concepto	Valor
Intensidad nominal	400 A
Limite térmico 1 segundo	16 kA ef.
Limite electrodinámico	40 kA cresta.

Tabla 15. Características del embarrado de RM6.

➤ Celdas SM6.

Embarrado formado por tramos rectos de tubo de cobre recubierto de aislamiento termorretráctil.

Tal y como indica el fabricante las barras se fijan a las conexiones al efecto existentes en la parte superior del cárter del aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador en SF6). La fijación de barras se realiza con tornillos M8.

Características del embarrado:

Concepto	Valor
Intensidad nominal	400 A
Limite térmico 1 segundo	16 kA ef.
Limite electrodinámico	40 kA cresta.

Tabla 16. Características del embarrado de SM6.

2.2.4.1. *Comprobación por Densidad de Corriente.*

La densidad de corriente viene dada por la formula:

$$\delta = \frac{I}{S} \text{ en A/mm}^2$$

Siendo:

$$\delta = \text{Densidad en A/mm}^2.$$



I = Intensidad de paso en A.

S = Sección del conducto en mm^2 .

Los fabricantes de celdas normalmente fabrican los aparatos para corrientes de 400 y 630 A, tal y como se puede ver en el Anexo 2 (Celdas compactas RM6), en la hoja del fabricante, para el caso a estudiar se eligen las celdas de intensidad nominal 400 A.

➤ Celdas RM6.

Para una intensidad nominal de 400 A, el embarrado de las celdas RM6 es cilíndrico de tubo de cobre macizo de diámetro 16 mm, lo que equivale a una sección de 201 mm^2 , de esta manera la densidad de corriente para las celdas RM6 se calcula:

$$\delta = \frac{400}{201} = 1,99 \text{ A/mm}^2$$

Finalmente la densidad de corriente en las celdas RM6 resulta de **1,99 A/mm²**.

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C, la intensidad máxima admisible en régimen permanente para un diámetro de 16 mm. es de 464 A, lo cual corresponde a la densidad máxima de 2,31 A/mm² superior a la calculada (1,99 A/mm²). Con estos datos se garantiza el embarrado de 400 A y un calentamiento inferior de 30°C sobre la temperatura ambiente

➤ Celdas SM6.

Para la intensidad nominal de 400 A el embarrado de las celdas SM6 es de tubo de cobre de diámetro exterior de 24 mm. y con un espesor de 3 mm lo que equivale a una sección de 198 mm^2 .

$$\delta = \frac{400}{198} = 2,02$$

Finalmente la densidad de corriente en las celdas SM6 resulta de **2,02 A/mm²**.

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C, la intensidad máxima admisible es de 548 A para un diámetro de 20 mm. y de 818 A para diámetro de 32 mm, lo cual corresponde a las densidades máximas de 3,42 y 2,99 A/mm² respectivamente. Con estos valores se obtendría una densidad máxima admisible de 3,29 A/mm² para el embarrado de diámetro de 24, valor superior al calculado (2,02 A/mm²). Con estos datos se garantiza el embarrado de 400 A y un calentamiento de 30°C sobre la temperatura ambiente.



2.2.4.2. Comprobación por solicitud electrodinámica.

La comprobación por solicitud electrodinámica tiene como objetivo verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fases.

➤ Celdas RM6.

En un cortocircuito bifásico de 40 kAcr, entre dos fases contiguas, sobre los tramos horizontales se produce un esfuerzo de:

$$F = 2.04 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{I_{cc}^2 \cdot L}{d}$$

Siendo:

F = Fuerza resultante en N.

f = Coeficiente en función del cos φ, siendo f = 1 para cos φ = 0.

I_{cc} = Intensidad máxima de cortocircuito = 40.000 A cresta.

d = separación entre fases = 0,07 metros.

L = longitud tramos embarrado = 0,39 metros.

Sustituyendo estos valores en la expresión inicial se obtiene:

$$F = 2.04 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{40.000^2 \cdot 0.39}{0.07} = 181.85 \text{ kg}$$

El esfuerzo resultante es 181,85 Kg. Esta fuerza está uniformemente repartida en el embarrado de manera que la fuerza queda repartida con un valor de:

$$q = \frac{F}{L} = 0,47 \text{ kg/mm}$$

Aplicando un Momento Flector máximo de:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L^2}{12} = 5.910 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

El módulo resistente de la barra de Ø1,6 cm. es:

$$W = \frac{\pi^3 \cdot d^3}{32} = \frac{\pi^3 \cdot 1,6^3}{32} = 0,402 \text{ cm}^3$$



La fatiga máxima es:

$$r_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{5.910}{402} = 14,70 \text{ kg/mm}^2$$

Para el cobre semiduro la fatiga de rotura es de 28 kg/mm² y de 19 kg/mm² para una deformación permanente de valor 0,2 %, por lo que ésta no se producirá.

Como el momento flector máximo se produce en los extremos de las barras atornilladas con tornillos M 12, estos tornillos deben ser capaces de soportar dicho momento.

➤ Celdas SM6.

Para el cálculo consideramos un cortocircuito trifásico de 16 kA eficaces y 40 kA cresta.

El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central, conforme a la siguiente expresión:

$$F = 13,85 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot \frac{I_{cc}^2}{d} \cdot L \cdot \left[\left(1 + \frac{d^2}{L^2} \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{d}{L} \right]$$

Siendo:

F = Fuerza resultante en N.

f = Coeficiente en función del cos φ, siendo f = 1 para cos φ = 0.

I_{cc} = Intensidad máxima de cortocircuito = 16.000 A eficaces.

d = separación entre fases = 0,02 metros.

L = longitud tramos embarrado = 375 mm.

Sustituyendo los valores correspondientes el esfuerzo resulta:

$$F = 13,85 \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot \frac{16.000^2}{0,02} \cdot 0,375 \cdot \left[\left(1 + \frac{0,02^2}{0,375^2} \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{0,02}{0,375} \right] = 652,45 \text{ N}$$



Esta fuerza está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = \frac{F}{L} = 0,18 \text{ kg/mm}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

El momento flector máximo se produce en los extremos, siendo:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{q \cdot L^2}{12} = 2.080 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

El embarrado tiene un diámetro exterior D=24 mm. y un diámetro interior d=18 mm.

El módulo resistente de la barra es:

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right) = 927,75 \text{ cm}^3$$

La fatiga máxima es:

$$r_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{W} = \frac{2.080}{927,75} = 2,24 \text{ kg/mm}^2$$

Para la barra de cobre deformada en frío tenemos que $r = 19 \text{ kg/mm}^2$. $\gg r_{m\acute{a}x}$. y por lo tanto, existe un gran margen de seguridad.

El momento flector en los extremos debe ser soportado por tornillos M8, con un par de apriete de 2,8 m.Kg., superior al par máximo ($M_{m\acute{a}x}$).



2.2.4.3. *Cálculo por solicitud térmica. Sobreintensidad térmica admisible.*

➤ Celdas RM6.

La sobreintensidad máxima admisible durante 1 segundo se determina de acuerdo con la expresión:

$$S = \frac{I}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{t}{\delta\theta}}$$

Siendo:

S = sección de cobre en $\text{mm}^2 = 201 \text{ mm}^2$.

I = Intensidad eficaz en Amperios =

$\alpha = 13$ para el cobre.

t = tiempo de duración del cortocircuito en segundos (1seg.).

$\delta\theta = 180^\circ$ para conductores inicialmente a T^a ambiente.

Reducimos el diferencial de temperatura en 30°C por considerar que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal, aplicando esta hipótesis, despejando la intensidad y sustituyendo los datos correspondientes al proyecto resulta:

$$I = S \cdot \alpha \sqrt{\frac{\delta\theta}{t}} = 201 \cdot 13 \sqrt{\frac{150}{1}} = 32.002 \text{ A}$$

Por tanto la sobreintensidad máxima admisible tiene un valor de **32 kA**, que es mayor a los 16kA eficaces.



➤ Celdas SM6.

La sobreintensidad máxima admisible durante 1 segundo se determina de acuerdo con la expresión:

$$S = \frac{I}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{t}{\delta\theta}}$$

Siendo:

S = sección de cobre en $\text{mm}^2 = 198 \text{ mm}^2$.

I = Intensidad eficaz en Amperios = 16 kA.

$\alpha = 13$ para el cobre.

t = tiempo de duración del cortocircuito en segundos.

$\delta\theta = 180^\circ$ para conductores inicialmente a T^a ambiente.

Reducimos el diferencial de temperatura en 30°C por considerar que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal, aplicando esta hipótesis, despejando el tiempo de duración del fallo y sustituyendo los datos correspondientes al proyecto resulta:

$$t = \left(\frac{S \cdot \alpha}{I}\right)^2 \cdot \delta\theta = \left(\frac{198 \cdot 13}{16.000}\right)^2 \cdot 150 = 3,88 \text{ seg.}$$

Por tanto el embarrado puede soportar **16kA** eficaces durante **3,88 segundos**.

2.2.4.4. Frecuencia propia de oscilación del embarrado

Para ello utilizaremos la expresión:

$$N = \frac{C \times d}{L^2}$$



Siendo:

N = Frecuencia propia de oscilación.

C = Constante $5 \cdot 10^5$.

d = Anchura del conductor en cm.

L = Distancia entre apoyos.

➤ Celdas RM6.

Para el embarrado de las celdas RM6 del centro de seccionamiento la frecuencia propia de oscilación resulta:

$$N = \frac{5 \cdot 10^5 \times 1,6}{39^2} = 525,9 \text{ Hz}$$

Respecto a la frecuencia de la red (50 Hz) guarda una relación de:

$$\frac{525,9}{50} = 10,5$$

Valor muy alejado del valor límite recomendado que es una relación de orden 2.

➤ Celdas SM6.

Para el embarrado de las celdas SM6 del centro de transformación la frecuencia propia de oscilación resulta:

$$N = \frac{5 \cdot 10^5 \times 2,4}{37^2} = 876,5 \text{ Hz}$$

Respecto a la frecuencia de la red (50 Hz) guarda una relación de:

$$\frac{876,5}{50} = 17,5$$

Valor muy alejado del valor límite recomendado que es una relación de orden 2.



2.2.5. Selección de las protecciones de alta y baja tensión.

2.2.5.1. Alta tensión.

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
630	40

Tabla 17. Intensidad nominal del fusible de AT.

2.2.5.2. Baja tensión.

Las protecciones de baja tensión se tratan en su apartado correspondiente.

2.2.6. Cálculo de la Línea de M.T. de unión entre el centro de seccionamiento de compañía y centro de transformación de abonado.

2.2.6.1. Intensidad a transportar.

La intensidad a transportar viene definida por la expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U}$$



Siendo:

I = Intensidad a transportar en A.

S = Potencia del transformador a alimentar en kVA = 630 kVA.

U = Tensión de red en kV=20kV

Sustituyendo valores en la expresión:

$$I = \frac{630}{\sqrt{3} \times 20} = 18,19 \text{ A}$$

Finalmente la intensidad a transportar es de **18,19 A**, intensidad mucho menor a la intensidad máxima del cable, que como se expresa en el apartado de memoria, es de 205 A.

2.2.6.2. Caídas de tensión.

La caída de tensión viene determinada por la siguiente expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Siendo:

ΔU = Caída de tensión.

I = Intensidad en Amperios = 18,19 A.

L = Longitud de la línea en kilómetros = 0,016 km.

R = Resistencia del conductor en Ω/km a la temperatura de servicio 0,320 Ω/km .

X = Reactancia del conductor a frecuencia de 50 Hz en Ω/km = 0,119 Ω/km .

$\cos \varphi$ = Factor de potencia = 0,8.

De todo ello, introduciendo los valores correspondientes:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 18,19 \cdot 0,016 \cdot (0,32 \cdot 0,8 + 0,119 \cdot 0,6) = 0,17 \text{ V}$$

Finalmente la caída de tensión ΔU es de **0,17 V**, que porcentualmente significa un **$8 \cdot 10^{-6} \%$** . Valor muy inferior a la caída de tensión máxima admisible permitida que es del **5 %**.

2.2.6.3. Cálculo de la corriente de cortocircuito.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito se utiliza de nuevo el valor especificado por la Compañía Suministradora de potencia de cortocircuito de la red, 350 MVA, y la expresión a utilizar es la siguiente:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U}$$

Siendo:

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA = 350 MVA.

U = Tensión primaria en kV = 20 kV.

Sustituyendo los valores del caso a estudio resulta:

$$I_{ccp} = \frac{350}{\sqrt{3} \times 20} = 10,1 \text{ kA}$$

La intensidad de cortocircuito de la línea de **10,1 A**.

A partir de la norma UNE 20.435 (guía para la elección de cables de alta tensión), se aplica la siguiente fórmula para el cálculo de la intensidad de cortocircuito admisible en el conductor:

$$I_{cc} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Siendo:

I_{cc} = Intensidad en Amperios.

t = Duración del fallo en segundos.

K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y sus temperaturas al principio y final del cortocircuito.

S = Sección del conductor en mm^2 .

Teniendo en cuenta que inicialmente los conductores se encontrarán a la temperatura máxima de régimen y cuando se produzca el cortocircuito los conductores alcanzan la máxima admisible, los valores de K serán 142 y 93 según se trate de cables de Aluminio o Cobre, en el presente proyecto, de Aluminio.



La Compañía Suministradora proporciona el dato de duración del fallo, 0,5 segundos y con los datos del cable elegido resulta:

$$I_{cc} = 93 \cdot \frac{95}{\sqrt{0,5}} = 12.494,58 \text{ A}$$

Finalmente, la corriente de cortocircuito admisible por el conductor resulta **12,5 kA**. Valor superior a la intensidad de cortocircuito calculada.

2.2.6.4. Dimensionado de la ventilación del C.T.

El volumen de aire por segundo necesario a renovar en el centro de transformación va en función de de las pérdidas totales del transformador y de la diferencia de temperaturas que se admite entre el aire de salida y de entrada al centro de transformación.

Para calcular este volumen de aire se utiliza la fórmula:

$$V = \frac{P_t}{1,16 \times \Delta T^a}$$

Siendo:

V = Volumen de aire por segundo a renovar en m³/s.

P_t = Pérdidas totales del transformador en kW = 9,45 kW.

ΔT^a = Incremento de temperatura entre el aire entrante y saliente = 15.

Sustituyendo valores resulta:

$$V = \frac{9,45}{1,16 \times 15} = 0,54 \text{ m}^3/\text{s}$$

Finalmente habrá que evacuar un volumen de **0,54 m³ por segundo**.

2.2.7. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.

Tal y como refleja la instrucción MIE-RAT 13: “ Toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, estas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la



red unida a ella) que resulten de aplicación de las formulas que se recogen a continuación.”

a) Investigación de las características del suelo.

Según las características del suelo de la zona el valor de la resistividad media superficial se estima en $50 \Omega.m$.

Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación por defecto.

El neutro de la red de distribución de Media Tensión (20 kV.) está conectado rígidamente a tierra, por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra del Centro, así como de las características de la red de Media Tensión.

Para un valor de resistencia de puesta a tierra del Centro de 3.7Ω la intensidad máxima de defecto a tierra es 500 Amperios y el tiempo de eliminación del defecto es inferior a 0,7 segundos, según datos proporcionados por la Compañía Suministradora (IBERDROLA).

Según MIE-RAT 13 los valores de k y n son 72 y 1 respectivamente para valores inferiores a 0,9 segundos en el tiempo de duración del defecto.

b) Diseño preliminar de la instalación de tierra.

Tierra de protección.

Según se muestra en la instrucción técnica MIE-RAT 01 “Terminología” la puesta a tierra de protección es: “la conexión directa a tierra de las partes conductoras de los elementos de una instalación no sometidos normalmente a tensión eléctrica, pero que pudieran ser puestos en tensión por averías o contactos accidentales, a fin de proteger a las personas contra contactos con tensiones peligrosas.”

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:



➤ Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras UNESA, esto es :

- Profundidad a enterrar: 0,5 m.
- N° de picas: 6 Uds.
- Longitud de pica: 2 m.

➤ Parámetros característicos:

- $K_r = 0,073 \ \Omega/\Omega \cdot m$
- $K_p = 0,012 \ V/\Omega \cdot m \cdot A$

Descripción

Estará constituida por dos picas en hilera, unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 metros. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.⁴

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

Tierra de servicio

Se conectará a este sistema el neutro del transformador así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación.

⁴ Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros k_r y k_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en este estudio.



➤ Identificación: Código 5/62 del método de cálculo de tierras UNESA, esto es :

- Profundidad a enterrar:
- N° de picas:
- Longitud de pica: 2 m.

➤ Parámetros característicos:

- $K_r = 0,073$
- $K_p = 0,012$

Descripción:

Estará constituida por dos picas en hilera, unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.⁵

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8. “Investigación de las tensiones transferibles al exterior”.

⁵ Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros k_r y k_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en este estudio.



c) Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

Tierra de protección.

Para el cálculo de resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), intensidad y tensión de defecto correspondiente (U_d), se utilizarán las siguientes fórmulas:

Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \rho$$

Siendo:

R_t = Resistencia de puesta a tierra en Ω .

K_r = Parámetro característico de la p.a.t. en $\Omega/\Omega \cdot m = 0,073 \Omega/\Omega \cdot m$

ρ = Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$. = $50 \Omega \cdot m$

Tensión de defecto, U_d .

$$U_d = I_d \cdot R_t$$

Siendo:

I_d = Intensidad de defecto en A. = 500 A.

Finalmente, sustituyendo los valores correspondientes se obtiene:

$$R_t = 3,65 \Omega.$$

$$U_d = 1825 V.$$



El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 2000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y no afecten a la red de Baja Tensión.

Tierra de servicio.

De forma análoga se calcula los parámetros para la tierra de servicio.

Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \rho$$

Resultando $R_t = 3,65 \Omega$.

d) Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d$$

Introduciendo los valores correspondientes al presente proyecto resulta una tensión de paso $U_p = 300 \text{ V}$.

e) Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

Siguiendo las instrucciones del método de cálculo UNESA el piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a

4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

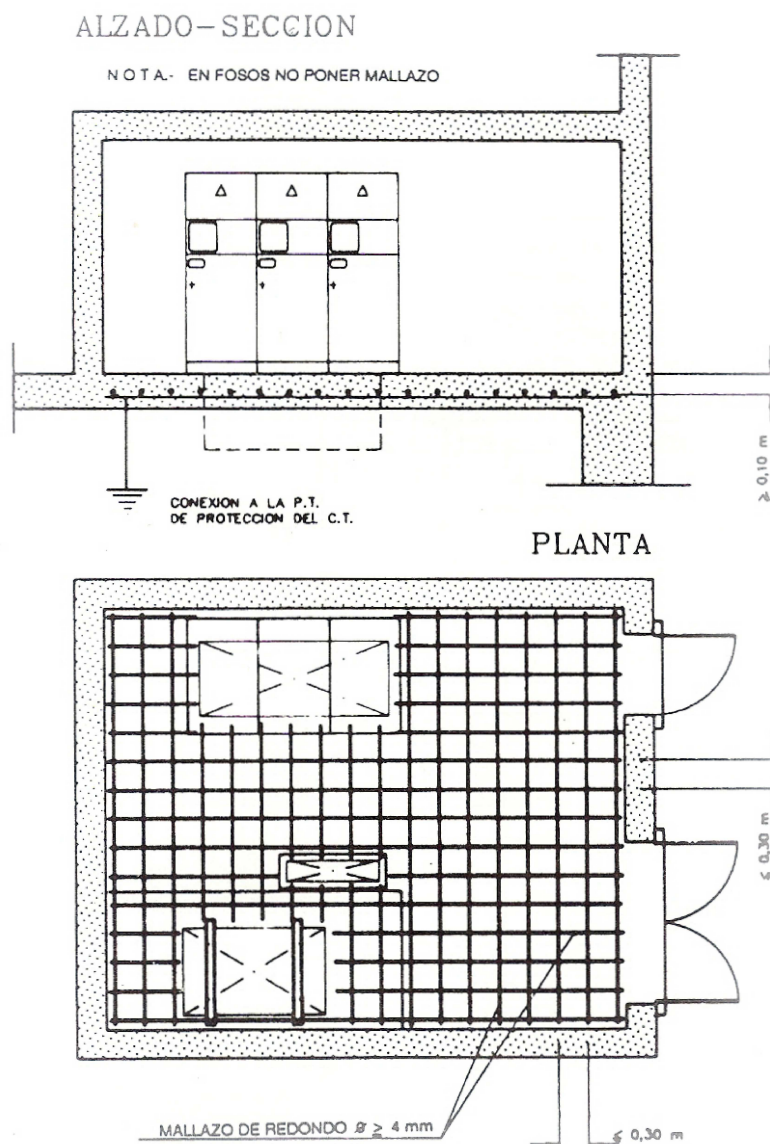


Imagen 10. Ejemplo de instalación de tierra en C.T. de UNESA.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.



No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_{p \text{ acceso}} = U_d = I_d \cdot R_t$$

Y dando como resultado numérico:

$$U_{p \text{ acceso}} = 1825 \text{ V.}$$

f) Cálculo de las tensiones aplicadas.

Tensión de contacto.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT 13, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en V.

$$K = 72$$

$$n = 1$$

t = Duración de la falta en s. = 0,7 s.

Introduciendo los valores correspondientes se obtiene una tensión máxima de contacto $U_{ca} = 102,86 \text{ V}$.

Para el presente proyecto se puede calcular que la Tensión de contacto admisible responde a la siguiente expresión:

$$U_{ca \text{ (admisible)}} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho}{1000} \right)$$

Siendo:

U_{ca} = Tensión de contacto admisible en Voltios.



$$K = 72$$

$$n = 1$$

$$t = \text{Duración de la falta en segundos} = 0,7 \text{ s.}$$

$$\rho = \text{Resistividad del terreno en Ohmios} = 50 \Omega.m.$$

$$\rho_h = \text{Resistividad del hormigón en Ohmios} = 3000 \Omega.m.$$

Introduciendo los valores correspondientes se obtiene una tensión de contacto admisible U_{ca} (**admisible**) = **541,8 V** valor muy superior a la Tensión de Contacto Máxima calculada.

Tensión de paso.

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, se emplearán las expresiones recomendadas en el método UNESA, que son las que se muestran a continuación.

$$U_{p(\text{exterior})} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right)$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho_h}{1000}\right)$$

Siendo:

U_p = Tensión de paso en Voltios.

$$K = 72$$

$$n = 1$$

$$t = \text{Duración de la falta en segundos} = 0,7 \text{ s.}$$

$$\rho = \text{Resistividad del terreno en Ohmios} = 50 \Omega.m.$$

$$\rho_h = \text{Resistividad del hormigón en Ohmios} = 3000 \Omega.m.$$

Sustituyendo los valores específicos del proyecto resulta:

$$U_{p(\text{exterior})} = 1.337,1 \text{ V.}$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 10.440 \text{ V.}$$

Ambos valores son superiores a los calculados en el presente proyecto.



A continuación se muestra una tabla resumen con los valores de la instalación de puesta a tierra y el cumplimiento de los valores máximos.

Parámetro	Unidades	Proyecto	Máximo
R_t	Ω	3,65	3,7
$U_{p(\text{exterior})}$	V	300	1.337,1
$U_{p(\text{acceso})}$	V	1825	10.440
U_{ca}	V	102,86	541,8

Tabla 18.Tabla resumen de valores del sistema de tierra.

g) Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima D_{\min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi}$$

Siendo:

D_{\min} = Distancia mínima entre sistema de p.a.t. de protección y de servicio en metros.

I_d = Intensidad de defecto en A. = 500 A.

ρ = Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$. = 50 $\Omega \cdot m$

Y resultando:

D_{\min} = 3,98 metros.



2.3. Pliego de seguridad y salud.

2.3.1. *Objeto*

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día.
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.
- Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

2.3.2. *Características generales de la obra.*

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.



a) Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el documento de Memoria del presente proyecto.

b) Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

c) Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc. En el caso de que esto no sea posible, dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

d) Servicios higiénicos.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente.

e) Servidumbre y condicionantes.

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo.

No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

2.3.3. Riesgos laborales evitables completamente.

La siguiente relación de riesgos laborales que se presentan, son considerados totalmente evitables mediante la adopción de las medidas técnicas que precisen:

- Derivados de la rotura de instalaciones existentes: Neutralización de las instalaciones existentes.
- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas: Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.



2.3.4. *Riesgos laborales no eliminables completamente.*

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

a) Toda la obra.

➤ Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de objetos sobre terceros.
- Choques o golpes contra objetos.
- Fuertes vientos.
- Ambientes pulvígenos.
- Trabajos en condición de humedad.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Sobreesfuerzos

➤ Medidas preventivas y protecciones colectivas.

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1 m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas.
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.
- Señalización de la obra (señales y carteles).
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m.
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra.
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes.
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21^a - 113B.
- Evacuación de escombros.



- Escaleras auxiliares Información específica.
- Grúa parada y en posición veleta.

➤ Equipos de protección individual (EPI's)

- Cascos de seguridad.
- Calzado protector.
- Ropa de trabajo.
- Casquetes antiruidos.
- Gafas de seguridad.
- Cinturones de protección.

b) Movimientos de tierra

➤ Riesgos más frecuentes

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno.
- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno.
- Caídas de materiales transportados.
- Caídas de operarios al vacío.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas.
- Ruidos, Vibraciones.
- Interferencia con instalaciones enterradas.
- Electrocuciiones

➤ Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras.
- Achique de aguas.
- Pasos o pasarelas.
- Separación de tránsito de vehículos y operarios.
- No acopiar junto al borde de la excavación.
- No permanecer bajo el frente de excavación.
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m).



- Acotar las zonas de acción de las máquinas.
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos.

c) Montaje y puesta en tensión

➤ Descarga y montaje de elementos prefabricados

Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
- Choques o golpes.
- Viento excesivo

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.



- Puesta en tensión.

Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes y quemaduras.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.
- Apantallar los elementos de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

Protecciones individuales:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.
- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

2.3.5. *Trabajos laborales especiales.*

En la siguiente relación, no exhaustiva, se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97:

- Herramientas de gran poder aislante.
- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalizar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
- Exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Uso de explosivos.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.



2.3.6. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.

La obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en el R.D. 1627/97 tales como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada).

2.3.7. Previsiones para trabajos posteriores.

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto de Ejecución se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas).
- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza de fachada.
- Ganchos de ménsula (pescantes).
- Pasarelas de limpieza.



2.4. Pliego de condiciones.

2.4.1. *Calidad de los materiales.*

a) Obra civil.

El Centro de Seccionamiento será de construcción prefabricada de hormigón, modelo ECS-24 monobloque.

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la memoria del presente Proyecto, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior se una superficie equipotencial.

El edificio, local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto, cumplirá las Condiciones Generales prescritas en las Instrucciones del MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El Centro será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc.) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con el CTE “Código Técnico de la Edificación” y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23727.

Tal como se indica en el capítulo de Cálculos, los muros del Centro deberán tener entre sus paramentos una resistencia mínima de 100.000 ohmios al mes de su realización. La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 100 cm² cada una.

El Centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales ni a los establecidos en el CTE en su documento básico DB-HR “Protección frente al ruido”.

b) Aparamenta de alta tensión.

➤ CELDAS RM6.

La aparamenta de A.T. que conforman las celdas de acometida estará constituida por conjuntos compactos serie RM6 de Merlin Gerin, equipados con dicha aparamenta, bajo envolvente única metálica, para una tensión admisible de 24 kV, acorde a las siguientes normativas:



- IEC: 60694, 60298, 60265, 62271-102, 62271-105, 62271, 60255.
- UNE-EN 60298
- Recomendación UNESA RU 6407B

Características constructivas.

Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre. Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una sobrepresión de 0'1 bar sobre la presión atmosférica, sellada de por vida y acorde a la norma CEI 56-4-17, clase III.

En la parte posterior se dispondrá de una membrana que asegure la evacuación de las eventuales sobrepresiones que se puedan producir, sin daño ni para el operario ni para las instalaciones.

El dispositivo de control de aislamiento de los cables será accesible, fase por fase, después de la puesta a tierra y sin necesidad de desconectar los cables.

La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclavamiento por candado existentes en cada uno de los ejes de accionamiento.

En caso de avería en un elemento mecánico se deberá poder retirar el conjunto de mandos averiado y ser sustituido por otro en breve tiempo, y sin necesidad de efectuar trabajos sobre el elemento activo del interruptor, así como realizar la motorización de las funciones de entrada/salida con el centro en servicio.

Características eléctricas.

Las celdas RM6 cumplirán con las siguientes características:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento:	
A la frecuencia industrial de 50 Hz	50 kV ef.1mn.
A impulsos tipo rayo	125 kV cresta.
Intensidad nominal funciones línea	400 A.
Intensidad nominal otras funciones	200 A.
Intensidad de corta duración admisible	16 kA ef. 1s.



Interruptores-seccionadores.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), a fin de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

La apertura y cierre de los polos será simultánea, debiendo ser la tolerancia de cierre inferior a 10 ms.

Los contactos móviles de puesta a tierra serán visibles a través de visores, cuando el aparato ocupe la posición de puesto a tierra.

El interruptor deberá ser capaz de soportar al 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma CEI 265.

En servicio, se deberán cumplir las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal sobre transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 30 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA.

Cortacircuitos-fusibles.

En el caso de utilizar protección ruptor-fusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Los fusibles cumplirán la norma DIN 43-625 y la R.U. 6.407-A y se instarán en tres compartimentos individuales, estancos y metalizados, con dispositivo de puesta a tierra por su parte superior e inferior.



➤ CELDAS SM6.

Las celdas a emplear después de las celdas SM6 de acometida, serán de la serie SM6 de Merlin Gerin, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Características constructivas.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.



Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje.
- Compartimento del juego de barras.
- Compartimento de conexión de cables.
- Compartimento de mandos.
- Compartimento de control.

Características eléctricas.

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento:	
A la frecuencia industrial de 50 Hz	50 kV ef. 1mn.
A impulsos tipo rayo	125 kV cresta.
Intensidad nominal funciones línea	400 A.
Intensidad nominal otras funciones	200 A.
Intensidad de corta duración admisible	16 kA ef. 1s.

Interruptores-seccionadores.

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responderán a las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal de transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 25 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA ef.



Puesta a tierra.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm. conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

c) Transformador.

Los transformadores a instalar serán trifásicos, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, encapsulado en resina epoxi, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

d) Equipos de medida.

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la celda de medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificadas en la memoria.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Contadores.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas están especificadas en la memoria.

Cableado.

La interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el equipo o módulo de contadores se realizará con cables de cobre apantallado tipo RZ1-K 0,6/1KV sin solución de continuidad entre los transformadores y bloques de pruebas.



Para cada transformador se instalará un cable unipolar que para los circuitos de tensión tendrá una sección mínima de 6 mm^2 , y 6 mm^2 para los circuitos de intensidad.

La instalación se realizará bajo un tubo flexo con envolvente metálica.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora.

2.4.2. Normas de ejecución de las instalaciones.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

2.4.3. Pruebas reglamentarias.

La apareamiento eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

2.4.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Prevenciones generales.

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".



En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario.

También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

Puesta en servicio.

Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

Separación de servicio.

Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se



avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para la garantizar la seguridad de personas y cosas.

La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

➤ Prevenciones especiales.

No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

2.4.5. Certificados y documentación.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.



3. PRESUPUESTO

El presupuesto para la ejecución de las instalaciones de Baja Tensión, Centro de Seccionamiento y Centro de Transformación de Abonado para el presente proyecto se ha realizado mediante el programa PRESTO (se adjunta el archivo en el soporte de entrega) e impreso en formato pdf en el Anexo 7.Presupuesto. A continuación se muestra el resumen de dicho presupuesto:

RESUMEN DE PRESUPUESTO

PISCINA CUBIERTA Y BALNEARIO AMF

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C01.G.ELECTRO	G.electrógeno 100kVA GENESAL modelo GDIX-110-TAM.....	7.840,00	5,07
C02.B.CONDENS	Baterías de condensadores.....	1.549,00	1,00
C03.CUADROS	Cuadros Electricos.....	23.970,00	15,49
C04.LINEAS	Lineas Electricas.....	3.964,05	2,56
C05.DISTFUER	Distribución de Alumbrado y Fuerza.....	41.692,75	26,95
C06.ILU	Instalación de Iluminación.....	50.378,22	32,56
C07.CS	Centro de seccionamiento de Compañía.....	5.985,00	3,87
C08.ACO	Acometida del Centro de seccionamiento a CT.....	245,00	0,16
C09.CT	Centro de Transformación.....	19.103,00	12,35
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		154.727,02	
	13,00% Gastos generales.....	20.114,51	
	6,00% Beneficio industrial.....	9.283,62	
	SUMA DE G.G. y B.I.	29.398,13	
	18,00% I.V.A.....	33.142,53	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		217.267,68	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		217.267,68	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS DIECISIETE MIL DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Imagen 11.Resumen de presupuesto



4. PLANOS

Con el presente proyecto se adjuntan los siguientes planos, tanto en formato original de Autocad como impresos en formato pdf.:

- PBTS_01_01: Ubicación. Vista Real.
- PBTS_02_01: Ubicación. Plano de Situación
- PBTS_03_01: Planta Sótano. Distribución.
- PBTS_04_01: Planta Sótano. Alumbrado
- PBTS_05_01: Planta Sótano. Cuadros y Bandejas
- PBTS_06_01: Planta Sótano. Fuerza.
- PBTS_07_01: Planta Baja. Distribución.
- PBTS_08_01: Planta Baja. Alumbrado
- PBTS_09_01: Planta Baja. Cuadros y Bandejas
- PBTS_10_01: Planta Baja. Fuerza.
- PBTS_11_01: Planta Alta. Distribución.
- PBTS_12_01: Planta Alta. Alumbrado
- PBTS_13_01: Planta Alta. Cuadros y Bandejas
- PBTS_14_01: Planta Alta. Fuerza.
- PBTS_15_01: Diagrama Unifilar.
- PBTS_15_02: Diagrama Unifilar.
- PBTS_15_03: Diagrama Unifilar.
- PBTS_16_01: Situación Centro de Seccionamiento.
- PBTS_17_01: Situación Centro de Transformación.
- PBTS_18_01: Replanteo CT y CS.
- PBTS_19_01: Detalles obra civil Centro de Transformación.
- PBTS_20_01: Detalles obra civil Centro de Seccionamiento.
- PBTS_21_01: Esquema eléctrico CT.
- PBTS_22_01: Esquema eléctrico CS.



5. ANEXOS

Con el presente documento se entregan los siguientes Anexos en formato pdf.:

- Anexo 1: Grupo Electrógeno.
- Anexo 2: Batería de Condensadores.
- Anexo 3: Edificio prefabrica de C.Seccionamiento.
- Anexo 4: Celdas RM6.
- Anexo 5: Celdas SM6.
- Anexo 6: Trafo Trihal.
- Anexo 7: Presupuesto.



6. BIBLIOGRAFÍA

Para realizar este Proyecto Final de Carrera se han consultado multitud de páginas web, siendo las de mayor relevancia las siguientes:

- <http://www.schneiderelectric.es/spain/es/productos-servicios/distribucion-electrica/distribucion-electrica.page>
- <http://www.genesal.es/>
- <http://www.codigotecnico.org/web/>
- <http://www.ffii.es/puntoinfomcyt/legislacionsi.asp?idregl=76>

Los libros más consultados para la realización de este documento han sido:

- **Instalaciones eléctricas de Enlace y Centros de transformación.**
 - Autores: Jose Carlos Toledano Gasca /Jose Luis Sanz Serrano
 - Editorial: Thomson paraninfo
 - Edición: 5ª
 - Año:
- **Nuevo manual de instalaciones eléctricas.**
 - Autores: Franco Martin Sánchez.
 - Editorial: A.Madrid Vicente, Ediciones
 - Edición: 2ª
 - Año:2003
- **Instalaciones eléctricas de media y baja tensión.**
 - Autores: José García Transancos.
 - Editorial: Thomson paraninfo
 - Edición: 5ª
 - Año: 2007

Y las principales normativas de referencia:

- **C.T.E.: Código Técnico de la Edificación.**
- **R.E.B.T.: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.**
- **Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.**